4/85
35. Jahrgang
Mai 1985
S. 73–96
Verlagspostamt Berlin
Heftpreis 2,20 M



VEB VERLAG FÜR BAUWESEN BERLIN

Wasserwirtschaft · Wassertechnik

wwt

Dokumentation

Aktuelle Probleme der Grundwasserbeschaffenheit und der Bemessung von Trinkwasserschutz- und -vorbehaltsgebieten
Luckner, L. – In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. –
Berlin **35** (1985) 4, S. 74
Der Schutz des Grundwassers vor Überbeanspruchung und Degradierung hat besondere Bedeutung für die Trinkwasserversorgung. Das Festlegen von Trinkwasserschutz- und -vorbehaltsgebieten ist eine prophylaktische Maßnahme. Um die Beschaffenheitsentwicklung des Grundwassers wirksam steuern zu können, muß für die landwirtschaftliche und wasserwirtschaftliche Tätigkeit ein einheitliches Konzept durchgesetzt werden.

Stand und Entwicklungstendenzen bei der Anwendung von Infiltrations- und Uferfiltratanlagen
Löffler, H. – In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. –
Berlin **35** (1985) 4, S. 78
Uferfiltration, Infiltration und Grundwasseranreicherung nutzen biochemisch ähnlich ablaufende Stoffumwandlungsprozesse, um den Anteil organischer und anderer Wasserinhaltsstoffe zu reduzieren. Die Komplexität der Dämpfungsmechanismen für Belastungsspitzen übersteigt die der rein technischen Verfahren. Eine breitere Anwendung der genannten Verfahren ist zu erwarten, allerdings sind bestimmte Mindestansprüche an die Qualität der zu nutzenden Oberflächengewässer zu berücksichtigen.

Typenkatalog zur Pumpversuchsauswertung – ein Beitrag zur Rationalisierung der hydrogeologischen Erkundung
Beims, U. – In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. –
Berlin **35** (1985) 4, S. 84
Ein Kollektiv des VEB Hydrogeologie und der Sektion Wasserwesen der TU Dresden legt einen Typenkatalog vor, der dem neuesten Stand der Pumpversuchsauswertung entspricht. Der Katalog stellt ein Arbeitsmittel dar, für dessen Nutzung nur der Standard TGL 23 864 benötigt wird. Er enthält typische Kurven des Grundwasserabsenkungs- und -anstiegverhaltens in Brunnen, detaillierte Hinweise zu einzelnen Auswerteverfahren, zur Planung und zur Durchführung der Pumpversuche.

Erfahrungen und Entwicklungstendenzen bei der Bewirtschaftung von Grundwasserfassungen
Nestler, W. – In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. –
Berlin **35** (1985) 4, S. 88
Die Teilkapazität Rohwassergewinnung wird hauptsächlich durch die intensivere Bewirtschaftung bereits erschlossener Vorräte erweitert. Die Qualität der Betriebsführung ist dabei von entscheidender Bedeutung. Effektive Lösungen lassen sich mit dem Einsatz rechnergestützter Führungssysteme realisieren, wenn diese als komplexe Systeme von Modellen und Programmen verstanden werden. Die dem jeweiligen Problem adäquate Steuerungsvariante ist dabei sorgfältig auszuwählen. In den VEB WAB angewandte Modelle und Verfahren sind tabellarisch zusammengestellt.

Die Entwicklung von Technologie und Technik zur Wasserverlustanalyse
Ernst, H.; Rabe, W. – In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. –
Berlin **35** (1985) 4, S. 91
Die ständig steigenden Wasserverluste in den erdüberdeckten Druckrohrleitungen der Wasserversorgung sind durch geeignete, ökonomisch vertretbare Methoden in den VEB WAB abzubauen. Im Forschungszentrum Wassertechnik wurde eine Wasserverlustmeßeinrichtung (WVM) entwickelt, mit deren Hilfe Wasserverluste abgeschieberter Netzteile (maximale Länge der Versorgungsleitung 3 km) unter Berücksichtigung der dort vorherrschenden Verbrauchergewohnheiten (Einwohnerzahl, sonstige Verbraucher) analysiert werden können.

Содержание

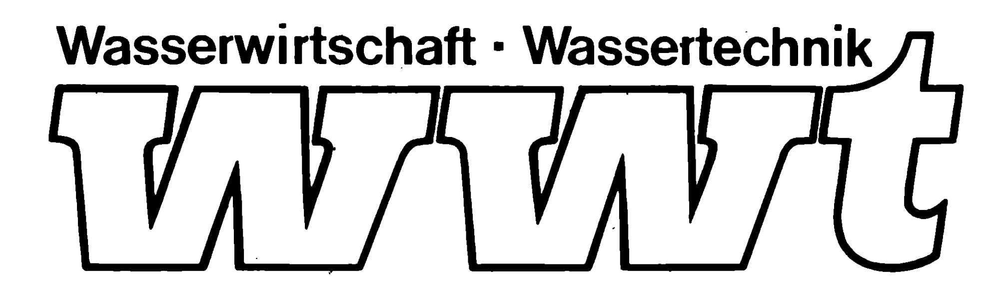
CONTENTS

CONTENU



Ausgezeichnet
mit der
Ehrenplakette der KDT
in Silber

Wasserwirtschaft · Wassertechnik





4 „Wasserwirtschaft – Wassertechnik"
Zeitschrift für Technik und Ökonomik der Wasserwirtschaft
35. Jahrgang 1985 Mai

Aus dem Inhalt

Zum Titelfoto:

Zusammen mit der ČSSR entwickelte der VEB Meliorationsmechanisierung Dannenwalde vielseitig verwendbare Anbaugeräte für den Traktor MTS 82 zur Instandhaltung bzw. Reinigung offener Wasserläufe. Foto: Wecke

Herausgeber:
Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft und Kammer der Technik (FV Wasser)

Verlag:
VEB Verlag Bauwesen
1086 Berlin, Französische Straße 13/14
Verlagsdirektor:
Dipl.-Ök. Siegfried Seeliger
Fernsprecher: 20410

Redaktion:
Agr.-Ing., Journ. Helga Hammer, Verantwortliche Redakteurin

Dipl.-Ing. Ralf Hellmann, Redakteur

Carolyn Sauer, redaktionelle Mitarbeiterin

Sitz der Redaktion:
1086 Berlin, Hausvogteiplatz 12
Fernsprecher: 2 08 05 80 und 2 07 64 42

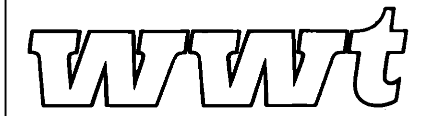
Lizenz-Nr. 1138
Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der DDR

Satz: Druckerei „Neues Deutschland"
Druck: Druckkombinat Berlin
Gestaltung: Helga Hammer

Artikel-Nummer 29 932
Die Zeitschrift erscheint achtmal im Jahr zum Heftpreis von 2,20 M (DDR)

Printed in G. D. R.

Die Auslandspreise sind den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes Buchexport zu entnehmen. Bestellungen nehmen entgegen: für Bezieher in der DDR sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel und der VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, für Buchhandlungen im Ausland die internationalen Buchhandlungen in den jeweiligen Ländern bzw. das Zentralantiquariat der DDR, 7010 Leipzig, Talstraße 29.
Alleinige Anzeigenverwaltung:
VEB Verlag Technik, 1020 Berlin, Oranienburger Straße 13/14, PSF 293, Fernruf 2 87 00
Es gilt die Anzeigenpreisliste lt. Preiskatalog Nr. 286/1.



Arbeit der KDT

Aktuelle Probleme der Grundwasserbeschaffenheit und der Bemessung von Trinkwasserschutz- und -vorbehaltsgebieten

Prof. Dr. sc. techn. Ludwig LUCKNER, KDT
Beitrag aus der Technischen Universität Dresden, Sektion Wasserwesen

Am 3. und 4. Dezember 1984 fand in Dresden die wissenschaftlich-technische Tagung „Wassergewinnung" mit internationaler Beteiligung statt. Organisiert wurde sie von der KDT und dem Erzeugnisgruppenleitbetrieb Wassergewinnung und -aufbereitung Dresden. Die Tagung diente dem Informations- und Erfahrungsaustausch zu Problemen, die für die komplexe Lösung der Aufgaben zur stabilen und qualitätsgerechten Trinkwasserversorgung von aktueller Bedeutung sind. So ist – dem geplanten steigenden Wohnkomfort bis 1990 Rechnung tragend – ein Zuwachs an Wasserwerkskapazitäten um 2,5 bis 3% jährlich zu realisieren. Schwerpunkte bilden sowohl die Leistungssteigerung der Wasserfassungen als auch die Aufbereitung von Oberflächenwasser.

Die Sicherung der Wasserversorgung wird in der Perspektive von der Durchsetzung der rationellen Wasserverwendung in allen Bereichen der Volkswirtschaft entscheidend bestimmt. Die Erhöhung der verfügbaren zu bilanzierenden Wassermenge aus Grund-, Oberflächen- und auch Tagebauwässern erfordert, sich immer mehr auf den Gewässerschutz zu konzentrieren, damit die Gewässer ihre unterschiedlichen Funktionen, z. B. für die Aufbereitung von Trinkwasser und Brauchwasser, für die Bewässerung und für gesunde Ökosysteme, mit volkswirtschaftlich vertretbarem Aufwand erfüllen können. Die wissenschaftlich-technischen Aufgaben für die Gewinnung und Aufbereitung von Trinkwasser müssen also unter dem Aspekt der Einheit von Menge und Beschaffenheit gestellt und gelöst werden und alle Bedingungen bis zu ihrer Einführung in die Praxis berücksichtigen.

Die Autoren der für das Tagungsprogramm zusammengestellten Beiträge haben Aufgaben und Schlußfolgerungen dargelegt, die sich aus wasserwirtschaftlichen Entwicklungskonzeptionen ableiten und durch die Reproduktionsbedingungen der 80er Jahre vorgegeben sind.

In Auswertung der Tagung werden Vorträge der Hauptreferenten zu den Komplexen

- Probleme der Grundwasserbeschaffenheit und Bemessung von Trinkwasserschutzzonen (Prof. Dr. sc. techn. *Luckner*)
- Stand und Entwicklungstendenzen bei der Anwendung von Infiltrations- und Uferfiltratanlagen (Prof. Dr. sc. techn. *Löffler*)
- Stand und Entwicklungstendenzen im Brunnenbau und bei der Filterbemessung (Dozent Dr. sc. techn. *Beims*)
- Erfahrungen und Entwicklungstendenzen bei der Bewirtschaftung von Wasserfassungsanlagen (Dr. sc. techn. *Nestler*)

und ausgewählte Korreferate nachstehend veröffentlicht. *Jäschke*

Wasser ist als Nahrungsmittel und oftmals auch als Rohstoff nicht substituierbar. Der steigende Wasserbedarf der Kommunen, der Industrie und der Landwirtschaft resultiert vor allem aus dem Bevölkerungswachstum bzw. einem wachsenden Lebensstandard. Das künftige Entwicklungstempo vieler Länder wird nicht zuletzt auch davon abhängen, inwieweit es gelingt, den Wasserbedarf der Gesellschaft sowohl hinsichtlich Menge als auch Beschaffenheit mit vertretbarem ökonomischem Aufwand zu decken und dabei die natürlichen Wasserressourcen vor Überbeanspruchung und Degradierung zu bewahren.

Grundwasser ist für viele Länder die Hauptquelle der Trinkwasserversorgung. So erfolgt die Trinkwasserversorgung in der DDR gegenwärtig

- zu etwa 3/5 aus versickernden Niederschlägen (echt gebildetes Grundwasser),
- zu etwa 1/5 aus Uferfiltrat und künstlich angereichertem Grundwasser,
- zu etwa 1/5 aus Oberflächengewässern (Talsperren, Seen, Fließgewässer).

Grundwässer bzw. Grundwasserleiter sind zugleich aber auch

- ein wichtiges Element des Wasserkreislaufs – bestimmendes Element für die Formierung des Niedrigwasserabflusses der Fließgewässer und des Selbstreinigungsvermögens im Wasserkreislauf,
- ein bedeutender ökologischer Faktor in der Pflanzenproduktion, Forstwirtschaft und Landschaftsprägung,
- ein Produktionsfaktor bei der Industriewasserversorgung, der landwirtschaftlichen Be- und Entwässerung sowie als Wärmespeicher und Schadstoffspeicher,
- eine Schadenquelle, bedingt durch Tagebau- und Baugrubenentwässerung, Stadt- und Industriewasserhaltung und Landsenkung.

Es hat sich in zunehmendem Maße als notwendig erwiesen, Wasserbewirtschaftung bei einem hohen Nutzungsgrad der Wasserressourcen nur unter Beachtung der untrennbaren Einheit der terrestrischen Wasserressourcen (der Stand- und Fließgewässer sowie des Boden- und Grundwassers) und der simultanen Betrachtung der Mengen- und Beschaffenheitsaspekte zu betreiben (Bild 1). Nutzung und Schutz der Wasserressourcen müssen dabei eine untrennbare dialektische Einheit bilden. Vorrangiges Ziel der Bewirtschaftung der Wasserressourcen muß sein und bleiben, ihre gesellschaftlich effektive Nutzung nicht nur den heutigen, sondern auch den kommenden Generationen zu ermöglichen.

Die Boden- und Grundwasserressourcen wurden weltweit immer stärker den wachsenden Kontaminationsgefahren und den Gefahren der Überbeanspruchung ausgesetzt. Für die DDR besitzt der Schutz der Grundwasserressourcen vor Überbeanspruchung und Degradierung besonders große Bedeutung,

- weil die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung zu etwa 4/5 aus echtem und künstlich gebildetem Grundwasser erfolgt und auch künftig Grundwasser die Hauptquelle für die Befriedigung der Versorgungsansprüche der Bevölkerung mit Trinkwasser bleiben wird, hierzu gibt es keine sinnvolle Alternative;
- weil die bereits in 100 bis 200 m Tiefe liegende Süßwasser/Salzwassergrenze im größten Teil der DDR die Nutzung des Grundwassers im langjährigen Mittel nur in dem Maße ermöglicht, wie sich die Grundwasserressourcen natürlich oder künstlich wieder auffüllen;
- weil die Nutzung der Grundwasserressourcen zur Trink- und Brauchwasserversorgung bereits heute einen sehr hohen Grad erreicht hat, der Trinkwasserbedarf weiter steigt und die weitere Erschließung bisher ungenutzter Grundwasserressourcen technisch immer komplizierter und teurer geworden ist;
- weil die Grundwasserressourcen durch die technologisch bedingten Entwässerungsmaßnahmen des Braunkohlentagebaus in sehr hohem Maße beansprucht werden, mit der Förderung von 1,8 Mrd. m³/a Grubenwasser (ein Fünftel des stabilen Wasserdargebotes der DDR) übersteigt diese Entnahme schon heute die für die kommunale Wasserversorgung geförderte Menge bei weitem;
- weil der Anstieg der Verunreinigung der Grundwasserressourcen nicht nur lokal, sondern auch regional immer spürbarer wird und dabei die Trinkwasserversorgung vor immer schwierigere Probleme stellt und die potentiellen diffusen und örtlich konzentrierten Kontaminationsquellen mit der fortschreitenden Industrialisierung und Urbanisierung zunehmen und
- weil letztlich die intensiv genutzten flachliegenden, mit den weitgehend verschmutzten Oberflächengewässern im allg. direkt korrespondierenden Grundwasserressourcen bei einer überlagerten sehr intensiven land- und forstwirtschaftlichen Nutzung der Bodenressourcen (mit hohem Mineraldünger und Agrochemikalieneinsatz), bei intensiver regional verbreiteter Kohlebergbautätigkeit (und der damit bewirkten Schwefelsäurefreisetzung durch die Schwefelkiesverwitterung), bei zunehmender Urbanisierung und bei einer sehr intensiven indu-

striellen Tätigkeit erfolgen muß; eine territoriale Entflechtung ist hierbei nur sehr bedingt erreichbar.

Dem Schutz der Grundwasserressourcen wurde weltweit lange Zeit keine allzu große Beachtung beigemessen. Vor allem durch die stürmische Entwicklung der Landwirtschaft und die zunehmende Belastung der Atmosphäre (und ihre Auswaschung durch Niederschläge) rückt die Notwendigkeit des Grundwasserschutzes immer mehr in den Mittelpunkt des Interesses.
Maßnahmen zur Verringerung der Luftverunreinigung, das Anlegen von Trinkwasserschutz- und Trinkwasservorbehaltsgebieten sowie der kontrollierte Umgang mit Wasserschadstoffen sind aktuelle Aufgaben von größter Bedeutung. Immer klarer wird der Gesellschaft bewußt, welch enormer Wert der Naturressource „Grundwasser" – charakterisiert durch ihre zeitlich nicht unveränderbaren Kennziffern Menge (Gefahr der Minderung), Beschaffenheit (Gefahr der Verschlechterung) und technisch-ökonomische Verfügbarkeit (Gefahr der Verringerung) – beizumessen ist.

Auch der Schutz der Grundwasserressourcen ist nicht losgelöst vom Wert bzw. von der potentiellen Wertänderung des zu schützenden Objekts in Abhängigkeit vom Gefährdungspotential zu begründen. Grundwasserschutz als Gegenstand ökonomischer Betrachtungen ist jedoch erst in allerjüngster Zeit in den Blickpunkt geraten. Da aber immer offensichtlicher wird, daß der gesellschaftliche Reichtum neben der menschlichen Arbeit aus den natürlichen Ressourcen entspringt, diese aber heute nicht mehr unbegrenzt und anthropogen ungeschädigt verfügbar und nur beschränkt substituierbar sind, müssen heute und künftig Anstrengungen zur Reproduktion der Naturressourcen in neuen Größenordnungen unternommen werden.

Die Bemessung von Trinkwasserschutz- und Trinkwasservorbehaltsgebieten ist neben der Realisierung von Maßnahmen zur weltweiten Senkung der Luftverunreinigung und zur Senkung der Abwasserlast der Oberflächengewässer die wichtigste Möglichkeit zum prophylaktischen Grundwasserschutz. Hierbei gilt es, zwei grundsätzliche Aufgaben zu lösen, und zwar:

1. das Schutzgebiet einer bestimmten Grundwasserressource ist auszugrenzen und
2. die optimalen Nutzungsmöglichkeiten, die Bewirtschaftung des Schutzgebietes sind konkret auszuweisen.

Zur Lösung der ersten Aufgabe hat sich auch in der DDR das Isochronenkonzept weitestgehend durchgesetzt. Man versteht unter einer Isochrone eine Linie, von der aus alle Wasserteilchen die gleiche mittlere (konvektive) Reisezeit bis zum Erreichen der Grundwasserfassung benötigen. Eine der Isochronen wird nun als Grenze des Schutzgebietes gewählt. Ziel dieses Konzepts ist es, daß bei einer Kontamination außerhalb des Schutzgebietes (z.B. beim Unfall eines Tankwagens)

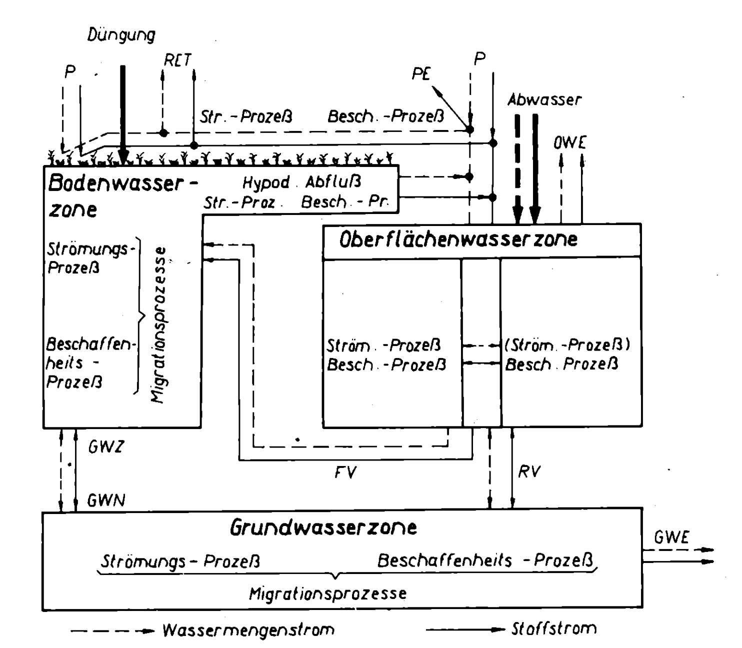
a) ein bestimmter Abbau der Schadwirkung bis hin zur Fassung durch die definierte Reisezeit der Grundwasserkontaminanten gewährleistet ist und
b) eine bestimmte Reaktionszeit zur Schadenbekämpfung zur Verfügung steht (Bild 2).

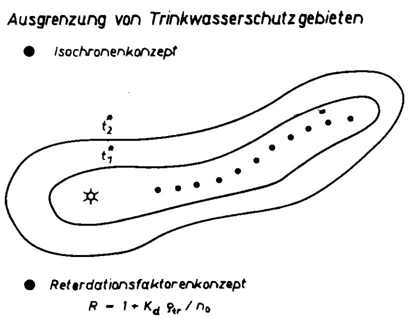
Weist man den Isochronen die Reisezeit der Wasserteilchen zu, dann gibt der Retardationsfaktor $R\ 1 + K_d\ \varrho_{tr}/n_o$ eines bestimmten Migranten (z. B. eines NH_4^+-Kations oder eines Phenols) an, wieviel mal langsamer diese im Wasser gelösten Teilchen als die Wasserteilchen migrieren. Bei Eintritt einer Havarie wird man deshalb sofort bestrebt sein, den Retardationsfaktor für die zu betrachtenden Stoffe laborativ in sogenannten Batch- oder Säulenversuchen oder in situ mit Hilfe von Gütepumpversuchen zu bestimmen.

Die Lösung der zweiten Aufgabe ist von Land zu Land sehr unterschiedlich. In der DDR unterliegen die fast 15000 km^2 der Schutzgebiete zumindest einer Doppelnutzung. Fast $^2/_3$ der zu schützenden Gebiete sind landwirtschaftlich genutzt und bilden etwa $^1/_7$ der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche. Die Art und Weise der landwirtschaftlichen Bodennutzung ist deshalb von entscheidendem Einfluß auf die Formierung der Beschaffenheit der darunterliegenden Grundwasserressourcen. Festzulegende Nutzungsvorschriften und -restriktionen des Bodens in den Schutzgebieten sind daher in Abhängigkeit von der hydrogeologischen Struktur zu betrachten. Die Erforschung der Stoffwandlungsprozesse bei der vertikalen Bodenpassage hat aktuelle Bedeutung (Bild 2).

Da heute unter den industriemäßigen Bedingungen der land- und künftig wohl auch forstwirtschaftlichen Produktion das Abwasser aus dem Produktionsraum Boden mit seinen Schadstofffrachten an Düngemitteln (z.B. Nitrat) und Pflanzenschutzmitteln (z. B. Pestiziden) den Wert der Grundwasserressourcen entscheidend beeinflußt, ist für die landwirtschaftliche und wasserwirtschaftliche Tätigkeit ein integrales ökonomisches Konzept zu finden. Das von *Kramer* begründete Konzept der Bildung von Hydro-Agrar-Kooperationen zur Gestaltung wasserwirtschaftlich-landwirtschaftlicher Produktionssysteme (WALAP) wird als ein sehr wirksames Instrument zur volkswirtschaftlichen Optimierung wasserwirtschaftlicher und landwirtschaftlicher Produktion in einem Territorium betrachtet und unterstützt. Die noch heute geltende Praxis, daß von der Land- und Forstwirtschaft kein Entgelt für das in die Grundwasserressourcen über die Versickerung eingetragene Abwasser erhoben wird, widerspricht dem Verursacherprinzip und führt zu einer falschen Bewertung der realen Aufwendungen für die land- und forstwirtschaftliche Produktion. Auch der Einsatz von Wasserbeauftragten in der Landwirtschaft und die Einführung einer Erklärungspflicht landwirtschaftlicher Betriebe über die von ihnen verursachte Belastung des Sickerwassers mit Schadstoffen sind wirksame Mittel, die Beschaffenheitsentwicklung der Grundwasserressourcen wirksam zu steuern.

Aus diesem Themenkomplex werden nachfolgend die beiden Beiträge von Dr. *Kramer*, IfW, und Dr. *Müller*, ebenfalls IfW, abgedruckt.





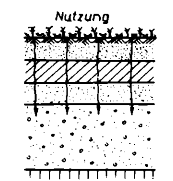


Bild 1
Wasserbewirtschaftung unter Beachtung der terrestrischen Wasserressourcen und der simultanen Betrachtung der Mengen- und Beschaffenheitsaspekte

Bild 2
Ausgrenzung und Bewirtschaftung von Trinkwasserschutzgebieten

Zur Bewirtschaftung von Trinkwasserschutz- und -vorbehaltsgebieten

Dr. agr. habil. Dietrich KRAMER
Beitrag aus dem Institut für Wasserwirtschaft

Der Schutz der Wasserressourcen ist ein stetes Anliegen der sozialistischen Gesellschaft. In der Verfassung (Artikel 15), im Landeskulturgesetz (§ 26) und im Wassergesetz (§ 23) der DDR sind hierzu die wichtigsten gesetzlichen Grundlagen verankert.

Ausgehend von der spezifischen Bedeutung der Trinkwasserversorgung, ist den Trinkwasserschutzgebieten besondere Beachtung zu schenken. Bis zum Jahre 1982 waren in der DDR bereits 8600 Schutzgebiete beschlossen bzw. die insgesamt auszuweisenden Schutzgebiete (SG) zu 90% realisiert. Es besteht nunmehr vordringlich die Aufgabe, die flächenbezogenen Schutzansprüche auch stoffbezogen zu präzisieren. Das heißt:

1. Die Bebauung der SG ist dem Schutzanspruch für die Nutzung der Wasserressourcen unterzuordnen.
2. Die land- und forstwirtschaftliche Bewirtschaftung muß so organisiert werden, daß trotz erforderlicher Restriktionen und Verbote eine weitere Intensivierung im Sinne eines gesellschaftlichen Gesamtertrages möglich wird.

In diesem Zusammenhang besitzen Schutzwälder, Grünland und ausgewählte Formen des Futterbaus sowie Zwischenfruchtbau, speziell Winter-Zwischenfrüchte, besondere Vorteile; Hackfrüchte einschließlich Gemüse hingegen führen zu relativ hohen Nitratauswaschungen, verlangen in der Regel verstärkte Pflanzenschutzmaßnahmen mit entsprechenden Auswaschungspotentialen und sollten außerhalb der SG konzentriert werden.

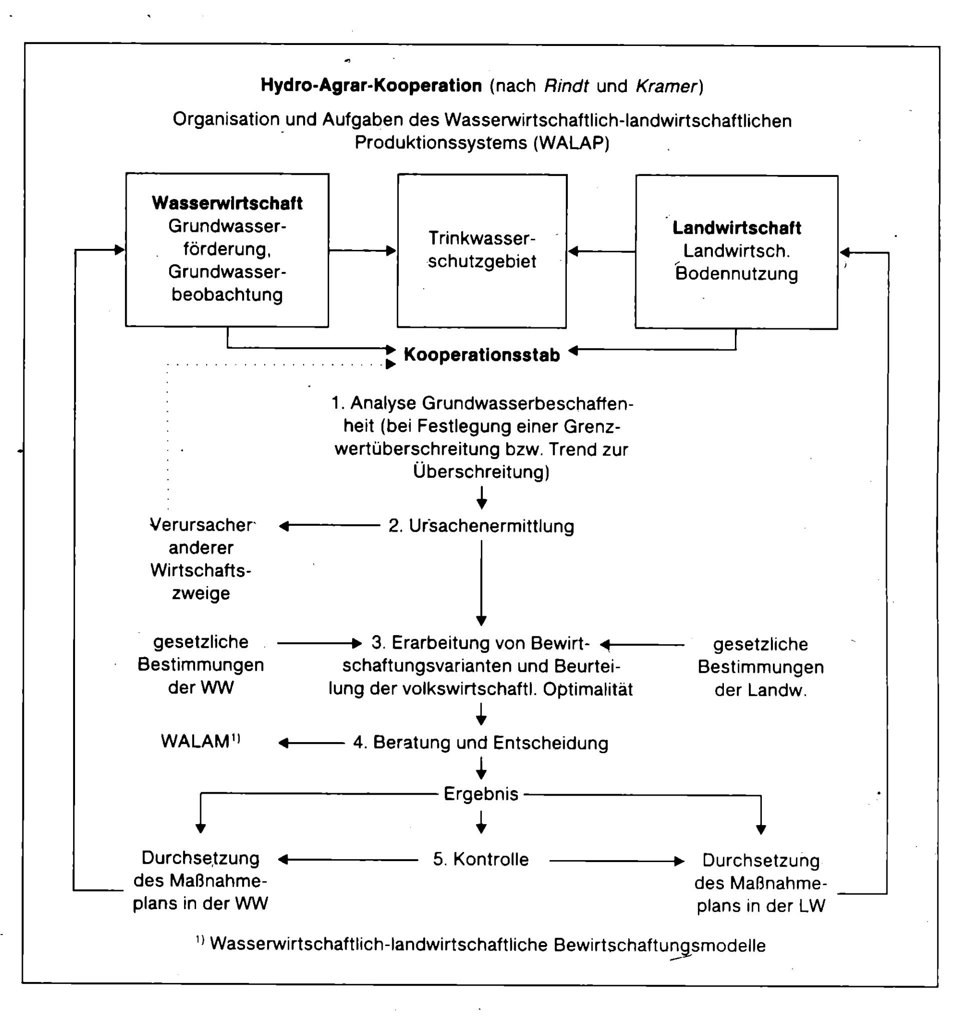
Die grundsätzlichen Regelungen zur Schutzgebietsfestlegung und -bewirtschaftung werden für die DDR im Wassergesetz vom 2. Juli 1982 (GBl. I Nr. 26/82) in Übereinstimmung mit dem LPG-Gesetz vom 2. Juli 1982 (GBl. I Nr. 25/82) und der Bodennutzungsverordnung vom 26. Februar 1982 (GBl. I Nr. 10/81) sowie in der 3. DVO zum Wassergesetz vom 2. Juli 1982 (GBl. I Nr. 26/82) getroffen.

Zur Durchsetzung des Wassergesetzes vom 2. Juli 1982 bestehen in unserer Republik detaillierte Normative zur Bewirtschaftung von TSG, die im DDR-Standard TGL 24348 „Nutzung und Schutz der Gewässer, Trinkwasserschutzgebiete" mit seinen Blättern 01 „Allgemeine Grundsätze", 02 „Wasserschutzgebiete für das Grundwasser", 03 „Wasserschutzgebiete für Oberflächenwasser" und 04 „Markierungen im Gelände, Kennzeichnung in Karten" festgelegt sind.

Zusätzlich wird ab 1. Juni 1985 der Standard TGL 43271 „Nutzung und Schutz der Gewässer, Trinkwasservorbehaltsgebiete (TVG)" gültig. Ziel der Einrichtung von TVG ist es, Gebiete, die im Rahmen langfristiger Konzeptionen zur Trinkwassergewinnung vorgesehen sind, durch vorsorgliche Festlegungen, z. B. Nutzungsbeschränkungen, zu schützen. Damit soll auch perspektivisch eine ausreichende Versorgung mit Trinkwasser in der geforderten Beschaffenheit mit volkswirtschaftlich vertretbarem Schutz-, Sanierungs-, Erschließungs-, Gewinnungs-, Aufbereitungs- und Verteilungsaufwand gesichert sein.

Darüber hinaus unterliegen die Flächen außerhalb der klassifizierten TSG ebenfalls einem prophylaktischen Gewässer- und Grundwasserschutz. Unser sozialistisches Wirtschaftssystem gewährleistet, daß die Normative ihrer Bewirtschaftung und Nutzung die Belange des Umwelt- und Gewässerschutzes berücksichtigen. Für die landwirtschaftliche Düngung wird in diesem Zusammenhang auf den Standard TGL 24345 „Nutzung und Schutz der Gewässer, Schutz der Gewässer, Grundlegende Forderungen beim Umgang mit organischen und mineralischen Düngern" verwiesen. Seine Anwendung gewährleistet, daß auch außerhalb der Schutzgebiete aus Düngungsmaßnahmen – einschließlich der N-Düngung – keine Grundwasserkontaminationen eintreten können, die die Gewinnung eines nutzbaren Wassers in Frage stellen. Entsprechende staatliche Regelungen liegen auch für die Anwendung und Ausbringung von Bioziden sowie für die Bewässerung mit Klarwasser und Abwässern (Abwasserbodenbehandlung) vor.

Die Trinkwasserschutzgebiete haben – gemessen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) der DDR – folgenden Umfang:
– Schutzzone I: 0,1% der LN der DDR
– Schutzzone II: 1,5% der LN der DDR
– Schutzzone III: 12,2% der LN der DDR
– TSG insgesamt 13,8% der LN der DDR.



Es ist deshalb davon auszugehen, daß besonders in den TSG und TVG der Boden als Produktionsstandort eine Doppelfunktion besitzt. Die in unserer Republik bestehende intensive wasserwirtschaftliche und landwirtschaftliche Produktion hat derzeit einen solchen Grad der Verflechtung erreicht, daß wissenschaftlich fundierte, planmäßig und kooperativ gestaltete Organisationsformen – sogenannte Hydro-Agrar-Verflechtungen – zu realisieren sind. Die Schaffung solcher „Wasserwirtschaftlich-landwirtschaftlicher Produktionssysteme (WALAP)" garantiert auf lange Sicht, Wasserressourcen mit Beschaffenheitsparametern innerhalb der geltenden nutzungsbedingten Grenzwerte bzw. eines ökonomisch und energetisch vertretbaren Aufwands für ihre Aufbereitung gewinnen und bereitstellen zu können. Die WALAP-Konzeptionen sind vorrangig auf die Bewirtschaftung von Wasserschutzgebieten orientiert. Dabei ist zu beachten, daß Ausdehnung, Gliederung und Bewirtschaftung der Schutzgebiete integriert beeinflußt werden.

Der Schutz der Wasserressourcen vor Überbeanspruchung, Degradierung und Kontamination stellt bei ihrer immer intensiveren Nutzung in Gegenwart und Zukunft zahlreiche Aufgaben, die untereinander so eng verflochten sind, daß nur komplexe Lösungsstrategien erfolgversprechend sein können. Ausgehend von der hydrologischen Gliederung des Wassers im Boden, sind nunmehr verstärkt vor allem die ökonomischen Kategorien der WALAP-Konzeption zu erarbeiten. Im Sinne der Optimierung der landwirtschaftlichen und wasserwirtschaftlichen Produktion ist die Tätigkeit in Wasserschutzgebieten durch Hydro-Agrar-Kooperationen zu regeln, in denen die wasserwirtschaftlichen und die landwirtschaftlichen Betriebe direkt und nach gemeinsamen Zielen entsprechend dem Schema ihre Zusammenarbeit organisieren.

Biologische Abwasserreinigungsanlage für geringe Abwassermengen (VR Polen)

Die polnische Abwasserreinigungsanlage MINIBLOCK gewährleistet die völlige biologische Reinigung kleiner Mengen Industrie- und Haushaltabwässer aus Wohnsiedlungen, Hotels, gastronomischen Einrichtungen, Campingzentren, Sanatorien, Bauplätzen sowie kleinen Nahrungsmittelbetrieben. Der Reinigungseffekt beträgt 92 bis 96% bei voller Aufbereitung des Schlamms. Die in zehn Größen angebotenen Typen sind für die Reinigung von 5 bis 100 m^3 Abwasser/d konzipiert, können also bei einer Einwohnerzahl von 15 bis 500 Personen eingesetzt werden. Die Anlagen sind leicht transportierbar, lassen sich einfach installieren, sind leicht bedienbar und brauchen eine kurze Anlaufzeit sowie wenig Energie. Die Anlage ist je nach Größe mit einem waagerechten Rohr aus Stahl oder Kunststoff bzw. mit einem kessel- oder walzenförmigen Behälter ausgerüstet sowie mit einem kleinen Gebläse mit Motor (Leistung 2 bis 5,5 kW). Entsprechend den örtlichen Bedingungen kann MINIBLOCK im Dauerbetrieb oder diskontinuierlich arbeiten. Für den Dauerbetrieb ist ein Mehrstrahl-Klärbecken eingebaut, für den diskontinuierlichen Betrieb statt dessen eine bewegliche Schwimmrinne.

ADN

Zur Ausgrenzung von Trinkwasserschutzgebieten

Dr. Günther MÜLLER, KDT
Beitrag aus dem Institut für Wasserwirtschaft

Nachstehend werden Informationen über eine neue „Methodik zur EDV-gestützten Bemessung von Trinkwasserschutzgebieten (TSG) bei GW-Werken" vorgelegt, die die bereits in /1/ aufgeführten Hinweise über den gleichnamigen kollektiven Wettbewerbsbeitrag des IfW, der TU Dresden und des VEB VTK Dresden fachlich vertiefen sollen. Dem darin erläuterten Konzept zur Bemessung von TSG liegt das auch von *Luckner* für die DDR vorgeschlagene GW-Isochronenverfahren zugrunde. Bei dem werden im Fall einer Wasserfassungsanlage (WFA) durch lageplanmäßig dargestellte GW-Isochronen (= Linien gleicher GW-Fließzeit, s. Bild 1) oder durch GW-Fließzeitmarken auf ausgewählten GW-Stromlinien beliebige vorzugebende Fließzeiten (z. B. 30 d) für die Ausgrenzung der TSG-Zone II oder für Differenzierungen innerhalb der TSG-Zone III herangezogen. Dabei ist es für die Ausgrenzung der Schutzzonen von TSG nach wie vor sinnvoll, wenn die Bemessung nach der mittleren Migrationsgeschwindigkeit (d. h. unter der Annahme einer konvektiven Teilchenwanderung mit oder ohne Berücksichtigung der Sorption) erfolgt und der Einfluß der hydrodynamischen Dispersion (ggf. auch der der molekularen Diffusion) den speziellen Migrationsuntersuchungen im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung der GW-Ressourcen in dem betreffenden TSG vorbehalten bleibt.
Auf der Basis erprobter moderner Simulationsverfahren der Geofiltration für Lockergesteins-Grundwasserleiter ermöglicht die neue Schutzzonenkonzeption, das Bemessungsproblem mit unterschiedlichen Aufwendungen (personell und rechentechnisch), je nach der Größe der betrachteten WFA, zu behandeln. Dabei sind folgende drei Varianten zu unterscheiden:

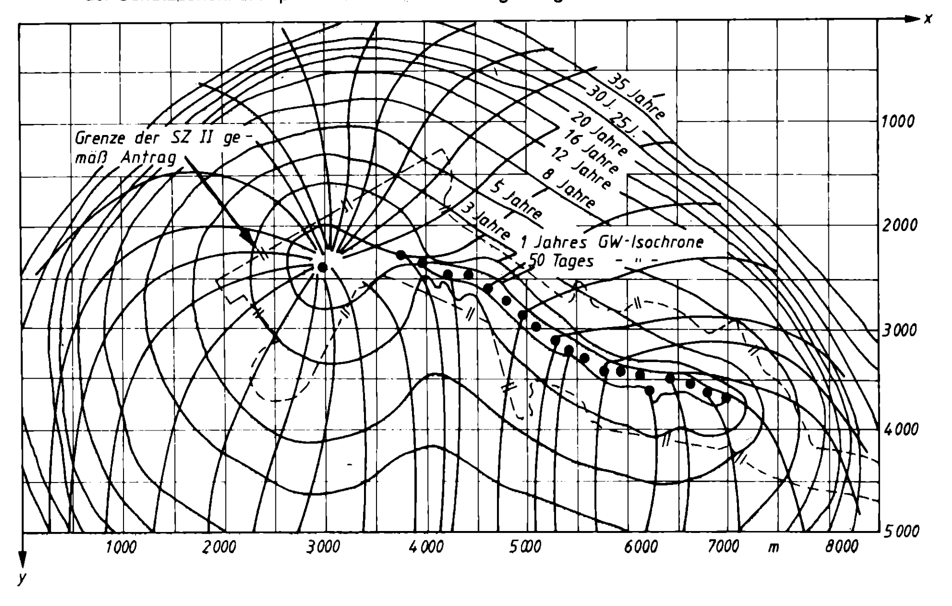
Variante 1

EDV-gestützte Schutzzonenbemessung für größere WFA ($Q_{30} \geqq 10000\ m^3/d$) unter Einsatz eines Großrechners in folgenden Schritten:
- genaue horizontal-ebene Untersuchung der GW-Strömungsverhältnisse im gesamten unterirdischen Einzugsgebiet einer WFA auf der Grundlage des EDV-Programms HOREGO für ausgewählte Betriebszustände
- Ermittlung eines Feldes von GW-Stromlinien und -Isochronen mittels des EDV-Programms ZESP (als Lupenverfahren) innerhalb einer auszugrenzenden sogenannten „Störzone" im Bereich der Fassungsanlage, und zwar für die sich ergebenden stationären Endzustände
- geschlossene (flächendeckende) lageplanmäßige Darstellung der berechneten Stromlinien und Isochronen als Grundlage für die Schutzzonenausgrenzung.

Variante 2

EDV-gestützte Schutzzonenbemessung für mittlere WFA ($10000\ m^3/d > Q_{30} > 1000\ m^3/d$) unter Einsatz eines Großrechners, eines KRS 4200 oder eines Büro-Computers in folgenden Schritten:

Bild 1 Plan der Stromlinien und GW-Isochronen mittels der Programme STREAM und ZESP nach Variante 1 der Schutzzonenkonzeption für eine GW-Fassungsanlage



• Ermittlung eines Feldes von GW-Stromlinien und -Isochronen ausschließlich mittels ZESP für das Gesamteinzugsgebiet und. für ausgewählte Betriebszustände der betrachteten WFA, wobei geohydraulische Schemata entsprechend WAPRO 1.42 zugrunde gelegt werden
• geschlossene (flächendeckende) lageplangemäße Darstellung der berechneten Stromlinien und Isochronen als Grundlage für die Schutzzonenausgrenzung.

Variante 3

EDV-gestützte Schutzzonenbemessung für kleine WFA ($Q_{30} \leqq 1000$ m³/d) unter Einsatz eines Büro-Computers oder eines programmierbaren Tischrechners in folgenden Schritten:
• Ermittlung einzelner GW-Stromlinien im Gesamteinzugsgebiet mit zugehörigen GW-Fließzeiten für vorgegebene Betriebszustände der WFA mittels einer entsprechenden ZESP-Version (geohydraulische Schemata entsprechend Variante 2);
• lageplanmäßige Darstellung der berechneten Stromlinien mit Markierung der jeweiligen Fließzeitpunkte als Grundlage für die Schutzzonenausgrenzung.

Es ist zu erwarten, daß durch einen derart differenzierten Einsatz von numerischen (HOREGO, STROM) und analytischen (ZESP) Berechnungsverfahren eine gute Anpassung des jeweiligen Bemessungsaufwands an den volkswirtschaftlichen Wert der behandelten WFA erzielt werden kann.
Mit dem genannten Verfahren wurde die Anwendbarkeit und Anwendung der skizzierten Schutzkonzeption an einem größeren Wasserwerk in der DDR demonstriert. An Hand des GW-Isochronenplans (s. Bild 1) wurde deutlich, daß im Beispiel erhebliche Unterschiede zwischen der neu berechneten Grenze und der antragsgemäß fixierten Grenze der SZ II entsprechend dem in der Praxis verwendeten Bemessungsverfahren bestehen.
Auf Grund der bisherigen Testergebnisse sowie in Anbetracht der derzeitigen unexakten und nachweislich mit Fehlern behafteten Praxis der TSG-Bemessung (TGL 24348/02) wird eingeschätzt, daß das neue wissenschaftlich begründete Bemessungsverfahren für Trinkwasserschutzzonen eine große volkswirtschaftliche Bedeutung besitzt. Es bildet eine wichtige Grundlage für die durchzuführende Überarbeitung des Standards TGL 24348/02, mit dem die umfassende Praxiseinführung dieses Verfahrens gesichert werden soll.

Literatur

/1/ *Lidzba, B.*: Ergebnisse der Ausschreibung zur Erarbeitung neuer wissenschaftlich-technischer Lösungen für die weitere Intensivierung in der Wasserwirtschaft. In: Wasserwirtschaft – Wassertechnik. Berlin **34** (1984) 8, S. 183 bis 184

Stand und Entwicklungstendenzen bei der Anwendung von Infiltrations- und Uferfiltratanlagen

Prof. Dr. sc. techn. Helmut LÖFFLER, KDT
Beitrag aus der Technischen Universität Dresden, Sektion Wasserwesen

Angesichts der rasanten Entwicklung wassertechnischer Verfahren und Anlagen zur Wasserbehandlung und der in den letzten Jahrzehnten eingetretenen höheren Belastung von Oberflächengewässern mit Pflanzennährstoffen, leicht abbaubaren organischen und refraktären Verbindungen erhebt sich zunächst die Frage, ob die dem vorstehenden Themenkomplex zugrunde gelegten traditionellen und naturnahen Anlagen noch aktuell sind bzw. ob die weitere Nutzung belasteter Vorfluter für die Trinkwasserbereitstellung überhaupt verantwortet werden kann.

Bemerkungen zur internationalen Entwicklung und zur thematischen Abgrenzung

Übereinstimmende nationale und internationale Aussagen zur Grundwasseranreicherung sowie zur Uferfiltration einschließlich Langsamsandfiltration /1, 7/ zielen auf die Sicherung bestimmter Mindestqualitäten für das Rohwasser (Teilsanierung der Oberflächengewässer), qualitative und quantitative Leistungssteigerung der Bodenfilter und Veränderungen der Vor- bzw. Nachbehandlungen ab (siehe auch Tafel 1).
Die Nutzung von Oberflächenwasser für die Trinkwasseraufbereitung über Uferfiltration und Infiltration steigt selbst in den Traditionsländern DDR und BRD, die hauptsächlich Grundwasser für Trinkwasserzwecke verwenden, zwangsläufig an. In der DDR beträgt der Anteil von Uferfiltration und Infiltration rund 20% am Trinkwasser.
Die weiteren Ausführungen berücksichtigen besonders solche Technologien und Anlagen, die bei angespanntem Wasserhaushalt mit Mehrfachnutzung des Wassers – wie er für industrielle Ballungsräume typisch ist – von Interesse sind.
Allgemein sind die Bemühungen auf aerobe oder zumindest fakultativ anaerobe Milieubedingungen im Reaktor Boden gerichtet, um die hiermit verbundenen Vorteile – kontinuierliche Senkung von CSV, Keimzahlen, Geruchs- und Geschmacksintensitäten und Verhinderung der Mobilisierung von Eisen- und Manganverbindungen aus dem Lockergestein – sicherstellen zu können. Besonders bei leicht abbaubaren organischen Verbindungen im Rohwasser können die vorhandenen Fließwege bis zu den Fassungen zu lang werden, um aerobe Verhältnisse aufrechtzuerhalten, oder zu kurz sein, um nach zwischenzeitlich anaeroben Bedingungen wiederum aerobe Verhältnisse entstehen zu lassen. Bei der Infiltration oder Langsamsandfiltration ist durch technologische Einflußnahme (Vorbelüftung, Belüftung durch intermittierenden Betrieb und freie Sickerstrecke, mechanische, biochemische und physikalisch-chemische Vorbehandlung) eine Steuerung der Milieubedingungen üblich. Bei der Uferfiltration müßten analog Sauerstoffträger infiltriert werden. Von dieser Möglichkeit wird im Gegensatz zur Grundwasserbehandlung im Untergrund (siehe Beitrag *Eichhorn*) bisher kaum Gebrauch gemacht. Bezüglich des Grades der Vorreinigung bei der Infiltration wird fallweise entschieden.

Anwendung der weitgehenden Vorreinigung
Die weitgehende Vorreinigung erscheint berechtigt bei
– hohen spezifischen Infiltrationsleistungen
– entfallender Nachreinigung infolge fehlender Störungen durch Vermischung mit Grundwasser oder Aufnahme von Komponenten aus dem Lockergestein,
– Fehlen einer effektiven Regenerierungstechnologie der Filterzone im Eintrittsbereich des zu infiltrierenden Wassers,
– Infiltration über Schluckbrunnen.
Im Regelfall sind bei offenen Infiltrationsbekken feinere Filterkörnungen (≈ 0,1 bis 0,3 mm) im Eintrittsbereich als bei Infiltration verschmutzten Rohwassers zu wählen. Eine größere Eindringtiefe der sehr feinen Restverschmutzungen würde nach längerer Zeit Verdichtungen, die einer normalen Regenerierung nicht mehr zugänglich sind, bewirken. Zu beachten ist ferner, daß durch starke Luftverschmutzung oder durch Kalkausscheidung die weitgehende Vorreinigung teilweise aufgehoben werden kann (die Abdeckung der Bekken oder Gräben ist evtl. erforderlich).

Verzicht auf weitgehende Vorreinigung
Dafür sprechen
– Aufwandsminderungen für die Vorreini-

Tafel 1 Vorstellungen über die Begrenzung ausgewählter Parameter in Vorflutern zur Sicherung der Mehrfachnutzung des Wassers

Begrenzungsanspruch	Parameter	Dim.	Wert
Trinkwasserwerke	CSV_{Cr}	mg/l	10–30
	DOC	mg/l	5–10
(Physiolog.	DOCL	mg/l	0,05–0,1
bedenkl. organ.	CCE	mg/l	0,2 –0,5
Spurenstoffe)	Phenole	mg/l	0,01
	UV Ext. bei 254 nm	m^{-1}	15–20
Industrie	Summe Salze	mg/l	400–1500
Ökolog. Schutz	As	mg/l	0,01 –0,05
d. Gewässer	Cd	mg/l	0,005–0,01
Landwirtsch.	Cr^{III}	mg/l	0,1 –0,5
(Phys. bed. anorg.	Cr^{IV}	mg/l	0,01 –0,05
Spurenstoffe)	Cu	mg/l	0,01 –0,05
	Hg	µg/l	0,1 –1
	Pb	mg/l	0,05
	Zn	mg/l	0,01 –1

Tafel 2 Ausgewählte Qualitätsveränderungen bei Durchströmung biochem. wirkender Bodenfilter

Uferfiltration am Niederrhein, Mittelwert 1980 /5/

	DOC	CSV	UV (254 nm)	TOCL
	mg/l	mg/l	1/m	mg/l
Rhein	3,1	9,1	9,1	0,07
Uferfiltr.	1,4	4,7	3,3	0,028
Trinkwass.	0,7	2,1	0,7	0,012
Elim. Uferfilt.	54	48	63	60
Elim. Aufbereit.	49	55	78	59
Gesamtelim.	76	77	92	83

Langsamsandfiltration
(biol. gut vorbehand. Abwasser) /4/

	ungechlort. Abwasser		gechlort. Abwass.	Haifa um 1980
Ausg. Wert	32 µg/l	DOCL	472 µg/l	DOCL
nach LSF	31 µg/l	DOCL	171 µg/l	DOCL
nach LSF u. vorh. Ozon.	7 µg/l	DOCL	58 µg/l	DOCL

Analoge positive Wirkung bei:
- bakteriol.-virolog. Untersuchungen
- Zelltest (Mutagenität), AMES-Test
- Warmblütertest (Mäuse – 15 Mon.), 3 Generat.

Schwermetallelimination
Der Wirkungsmechanismus wird durch Festlegung in der Biologie, an dispersen Stoffen und am Bodensubstrat bestimmt.
Abhängigkeit von:
- eigener Zustandsform der Schwermetalle
- Adsorptionskapazität des Bodens
- Austauschverhalten (Redox-Potential).

Bei längeren Bodenpassagen und guter Kolmationsdecke treten häufig Eliminationseffekte > 50 bis 90% ein. Besonders gute Effekte liegen für Cd, Cr, Zn vor.

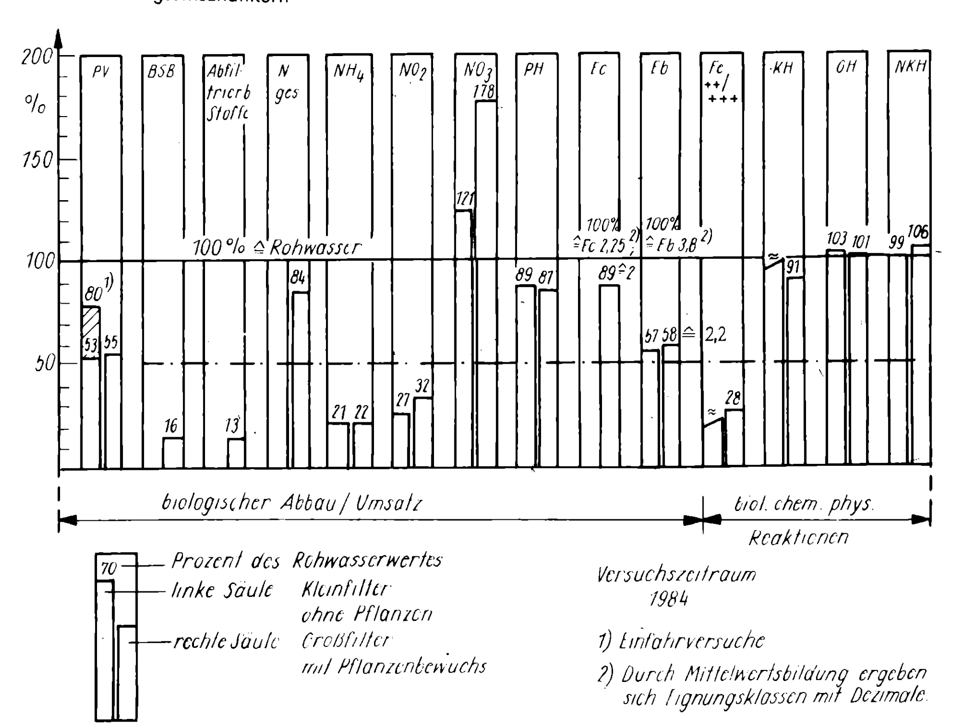
gung, wenn eine Nachreinigung ohnehin erforderlich wird,
– Verringerung der Störeinflüsse für nachgeschaltete chemisch-physikalisch arbeitende Aufbereitungsstufen (z. B. Flockung) durch Schaffung gleichmäßiger Temperaturen und Konzentrationen im Boden (Pufferwirkung),
– Steuerung der Denitrifikation bei der Bodenpassage durch zusätzliche Dosierung von H-Donatoren (z. B. Melasse),
– Verlagerung der Hauptleistung der Reinigung auf den Lockergesteinsreaktor in Analogie zur Uferfiltration (der biochemische Abbau selbst schwer abbaubarer Stoffe ist bei gewährleistetem aerobem Milieu und heterogenem Substratangebot [C, N, P] sehr hoch; die weitgehende Mineralisation der Schlämme im Bereich der Kolmationsschicht von Infiltrationsbecken reduziert den Aufwand für die Schlammbehandlung erheblich),
– vorhandene effektiv einsetzbare Regeneriertechnik,
– Grundwasserleiter guter Durchlässigkeit (möglichst k_f im Bereich von 10^{-3} m/s), ausreichende Sauerstoffversorgung, keine Schluckbrunnen traditioneller Bauart.
Die durch Vorversuche /1/ zu bestimmende optimale Filterkörnung liegt im Regelfall bei 0,3 bis 0,5 mm, teilweise wird auch mit $d_w > 0{,}5$ mm sicher, d. h. Begrenzung der Verschmutzungstiefe auf < 5 cm, gearbeitet (Tafel 2).
Die Sicherung einer aus bakteriologisch-virologischer Sicht gewünschten Aufenthaltszeit von > 50 d im Untergrund hat unter den hier interessierenden Eingrenzungen keine Bedeutung. Entscheidend ist die Spezifik des jeweiligen Reaktors, Substratangebots und der Nachaufbereitung.

An bewährten Formen der Uferfiltratfassungen sind zu nennen:
1. Sickerleitung im Uferbereich parallel zum Vorfluter
2. Sickerleitungen quer unter dem Flußbett
3. Vertikale Bohrbrunnen mit Heberleitung oder Pumpenförderung parallel zum Vorfluter
4. Horizontalfilterbrunnen mit Filterrohren unter dem Flußbett
5. Alternierende Flutung von Nebenarmen eines Vorfluters mit Regeneriermöglichkeit der Sickerfläche.

Für die Grundwasseranreicherung ist die Anzahl vorzustellender Varianten weitaus umfangreicher. Die Notwendigkeit, mit gegebenen Standortbedingungen auszukommen, führte zu zwei technologischen und anlagentechnischen Besonderheiten:
1. Reduzierung der Infiltrationsanlage auf offene Langsamsandfilter (Erdbauweise zum Teil mit Foliedichtung)
2. Kombination von Infiltrationsbecken oder -gräben mit Sickerschlitzen oder Sickerbrunnen.

Beide Anwendungsfälle haben sich in der DDR praktisch bewährt. Eine weitere Besonderheit der Anwendung der Grundwasseranreicherung in der DDR ist der verstärkte Einsatz von Pflanzenbecken (siehe Beitrag *Scholze*) und Becken mit Regeneriergerät für die Sandwäsche vor Ort. /8/
Von den etwa 30 vorhandenen Anlagen sind knapp die Hälfte mit Pflanzendecke versehen. Auf vier Sandbeckenanlagen befinden sich gleisgebundene Regeneriergeräte, vier Anlagen verfügen über lotrechte mit durchlässigem Korn verfüllte Schlitze oder Bohrungen zur Herstellung des Anschlusses an den Grundwasserleiter, fünf Anlagen sind weitgehend vom Untergrund abgegrenzt, entsprechen somit weitgehend einer Langsamsandfiltration.
Zur Anlagenbemessung von Grundwasseranreicherungsanlagen wird auf /1 und 3/ verwiesen. Für Großanlagen sind objektgebundene Versuche und Pilotanlagen – wie von *Wünsche* auf dieser Tagung am Beispiel Berlin-Friedrichshagen und Neu-Zittau vorgestellt – ergänzend erforderlich und von hohem komplexem Aussagewert. Die Qualitätsveränderungen (Mittelwerte aus Langzeituntersuchungen) eines nahezu unvorbehandelten Rohwassers der Weißen Elster wurden bei Infiltrationsgeschwindigkeiten von etwa 1 m/d, 1,5 m lotrechtem Fließweg und k_f-Werten von $5 \cdot 10^{-5}$ bis $5 \cdot 10^{-6}$ m/s im aeroben Milieu erreicht (Bild 1).
Ziel der Anlage ist die Aufbereitung von Bewässerungswasser für anspruchsvolle Kulturen. Folglich interessieren besonders die Reduzierung von Eisen und Nitrit sowie die Verbesserung der biologischen Eignungsklasse (E_b). Die Grundfläche eines der mit Pflanzendecke versehenen Langsamsandfilters beträgt etwa 60000 m². Die weitgehende Übereinstimmung der Abbau- bzw. Eliminationsraten beweist eindrucksvoll die erreichte Aussagesicherheit der Versuchsanlage von nur rund 0,8 m² Filterfläche. Die nicht identischen Versuchszeiträume mit unterschiedlichen Rohwasserwerten für die N-Gruppe erklären das nicht direkt vergleichbare Verhalten der Filter bezüglich dieses Parameters. Der Gesamtstickstoff reduziert sich erwartungsgemäß bei den Großfiltern durch teilweise Festlegung in der Biomasse des Aufwuchses.
Trotz der erheblichen Wirkung der Bodenfiltration ist allein hiermit vielfach kein Trinkwasser zu erreichen, wie die in Tafel 2 mitgeteilten Gruppenparameter erkennen lassen.
Die in /9/ für die Langsamsandfiltration bei Versickerung weitgehend vorgereinigter Abwässer festgestellte tendenzielle Übereinstimmung der Konzentration von chlorierten organischen Verbindungen, von bakteriologischen und virologischen Effekten sowie Ergebnissen von AMES-Test und Untersuchungen an Warmblütern (Mäuse) zeigen einen Weg, die erreichte Unbedenklichkeit hinsichtlich chronisch toxischer Wirkungen auf höhere Lebewesen nachzuweisen. Die in belasteten Vorflutern auf Grund der Vielfalt der Inhaltstoffe nicht mehr voll übersehbaren Auswirkungen der ablaufenden Stoffumsatzprozesse erfordern ein breites Spektrum biologi-

Bild 1 Veränderung der Wasserqualität von Rohwasser der Weißen Elster in Kleinfiltern und extrem großen Langsamsandfiltern



scher Testverfahren, um durch Simulationsmöglichkeiten der Rohwasserqualität reproduzierbare Ergebnisse zu sichern.

Vergleichende Betrachtung zu Uferfiltration, Grundwasseranreicherung und Langsamsandfiltration

Generell handelt es sich um naturnahe Festbettfilter mit vorwiegend biochemischer Aufbereitungswirkung ohne Regenerierung des gesamten Filterbettes. Viele gemeinsame Vorteilswirkungen und spezielle Einzelvorzüge führen trotz des hohen Flächenbedarfs zur weiteren Verbreitung aller dieser wassertechnischen Anlagen.
In Tafel 3 werden die Wirkungen zur Erfüllung wichtiger Anforderungen der Wasserwirtschaft einer groben Wertung unterzogen. Hiermit sollen vor allem Überlegungen zur Anwendung unterstützt werden.

Erfahrungen zur Begrenzung der Kolmation in Infiltrationsbecken mit Sandauflage durch hydromechanische Regenerierung

Über die Leistungsparameter des in der DDR entwickelten Filtersandregeneriergeräts wurde mehrfach berichtet, in „WWT" bereits 1972. /8/ Die in Bild 2 gezeigte Weiterentwicklung hat als wesentliche Veränderung zum ersten Gerät eine größere Regeneriertiefe von 10 cm (früher 5 cm) und verbesserte Arbeitsbedingungen. Durch Verkürzung der Regenerierzyklen von einmal jährlich auf 20mal im Jahr konnten an Praxisanlagen Leistungssteigerungen der infiltrierbaren Wassermenge von über 300 % im Jahresdurchschnitt erreicht werden.
Das Maß der technisch sinnvollen Leistungserhöhung wird noch durch Bodendurchlässigkeit, Gestaltung der Wasserfassung und vor allem durch den gewünschten Reinigungseffekt bestimmt. Bei zu häufiger Regenerierung werden sich die bekannten komplexen Aufbereitungseffekte durch teilweisen Wegfall der Sekundärfilterwirkung und extreme Geschwindigkeitssteigerung immer mehr auf die bleibende Verbesserung lediglich des Trübungsgrades reduzieren. Die von *Wünsche* an der Pilotanlage in Friedrichshagen mitgeteilten Ergebnisse bestätigen diese Auffassung; eine vernünftige anzustrebende obere Grenze dürfte in günstig gelagerten Fällen bei etwa 10 m/d Infiltrationsgeschwindigkeit zu suchen sein. Nur bei Langsamsandfiltern mit Regenerierbarkeit der gesamten Filterschicht können noch höhere Filtergeschwindigkeiten ökonomisch effektiv sein. Der Regenerierefekt ist durch Vergleich der erreichten Werte der Infiltrationsgeschwindigkeit nach erfolgter Regenerierung mit den Werten zu Beginn des Infiltrationsbetriebes am unverschmutzen Sand relativ leicht zu überprüfen. Bei Überprüfung von Großanlagen wirken allerdings zahlreiche Störfaktoren (Gasausscheidungen im Untergrund, veränderte Rohwasserqualität, verändertes Milieu). Als sicherer Indikator für evtl. verbliebene Restverschmutzungen oder gar den Aufbau neuer Verschmutzungshorizonte im Untergrund ist deshalb die Verringerung des Porenraums nach möglichst vielen Regenerierungen anzusehen. Sieht man von festsitzenden Belägen an der Kornoberfläche (z. B. Eisen, Mangan) – die im allgemeinen äußerst langsam wachsen – ab, dann sind die aus dem Korngerüst abschlämmbaren Stoffe ein recht gutes Maß für verbleibende Restverschmutzungen.
Bereits an früherer Stelle /8/ wurde nachgewiesen, daß trotz der Vielzahl der sich überlagernden Filtermechanismen der Abklingvorgang der Konzentration der in das Filtergerüst eingedrungenen, raumfüllenden homogenen Substanz bei Langsamsandfiltern ohne Spülwirkung näherungsweise einer *e*-Funktion folgt (vgl. Gl. 1).

$$C_a = C_{a0} \cdot e^{-\lambda_a \cdot L} \qquad \text{(Gl. 1)}$$

C_a – Konzentration der abschlämmbaren Stoffe in der Tiefe L
C_{a0} – Anfangskonzentration bei $L = 0$
a – Proportionalitätsfaktor, abhängig von Größe und Art der Partikeln.

Auch bei heterogener Kornverteilung im Rohwasser lassen die dann typischen Funktionsüberlagerungen für unterschiedliche λ_a dennoch häufig zwei bis drei Äste der o. g. Abklingfunktion im Versuch erkennen; diese charakterisieren dominante Gruppen von Inhaltstoffen. Die Zunahme von C_{a0} wird nach Entwicklung einer Kolmationsschicht (Filterkuchen) unterbunden.
Für die durch die begrenzte, wenn auch optimal ausgewählte Regeneriertiefe (5 bis 10 cm) nicht zurückgehaltenen C_a-Anteile war nun zu prüfen, in welchem Zeitraum diese sich unter Praxisbedingungen soweit in tieferen Zonen addieren, daß eine Tiefenregenerierung (die Geräteentwicklung sah hierfür 30 cm vor) erforderlich wird. Die Ergebnisse von zahlreichen Bodenuntersuchungen, die gemeinsam mit dem Forschungszentrum Wassertechnik und dem VEB Projektierung Wasserwirtschaft in Hosterwitz und Friedrichshagen durchgeführt und in Hosterwitz bis auf den gewachsenen Untergrund ausgedehnt wurden und durch Sickerversuche in verschiedenen Horizonten gestützt werden konnten, führten zu folgenden grundsätzlichen Erkenntnissen:
1. Unterhalb der Normaltiefe (flache Einstellung) der Regenerierung (≈ 5 cm) steigen die C_a-Werte in Abhängigkeit von der Anzahl durchgeführter Regenerierungen erwartungsgemäß langsam an.
2. In dem durch die Regenerierung erfaßten oberen Teil werden nach Waschung solche C_a-Werte erreicht, die der Nullverschmutzung des gewachsenen Filtersandes entsprechen.
3. An den Unstetigkeitsstellen der Durchlässigkeit konnten in Hosterwitz deutliche Schwärzungen des Sandes beobachtet werden; die bis zu 10 g/kg festgestellten Mangangehalte wirkten im Gegensatz zu ähnlichen Konzentrationen an abschlämmbaren Stoffen nicht mindernd auf die Infiltrationsleistung (kompakter Belag).
4. In sehr großen Becken ist der Bereich der erhöhten C_a-Werte unterhalb der Regeneriertiefe entsprechend den Toleranzen von Filteroberkante und Regeneriertiefe auf einen Tiefenbereich von 3 bis 5 cm ausgedehnt.

Schlußfolgerungen für den Betrieb:

- Die Verzögerung einer tieferen Regenerierung um mehrere Jahre ist durch regelmäßige Flachregenerierungen (< 5 cm) und zeitweise Normalregenerierungen (5 bis 10 cm) möglich.
- Die Ausspülung von Feinsand (damit arbeitet das Gerät die sich unter 10 cm aufbauende Schicht zusätzlich ab) lohnt sich nur bei ungünstiger Sieblinie des Filtersandes oder möglicher Sandrückführung.
- Die mit der am Gerät in Erkner angebrachten Käfigwalze (Entsteinung) gemachten Erfahrungen erlauben eine weitere zeitliche Verschiebung von Tiefenregenerierungen durch mögliche Homogenisierung des Sandes auch tieferer Schichten.
- Ob bei sehr großen Anlagen die häufigen Flachregenerierungen mit einer anderen Gerätevariante als Zwischenregenerierungen effektiver sein können, bleibt noch auszusagen.

Tiefenregenerierungen werden unter Beachtung vorstehender Schlußfolgerungen nach 5 bis 10 Jahren Betreibszeit erforderlich. Die bisher empfohlenen Filterschichtstärken von 0,4 bis 0,5 m haben sich bewährt. Die besonderen Vorkehrungen am Gerät für Tiefenregenerierungen können ggf. entfallen und nur in seltenen Einsatzfällen zusätzlich montiert werden (Bild 3).

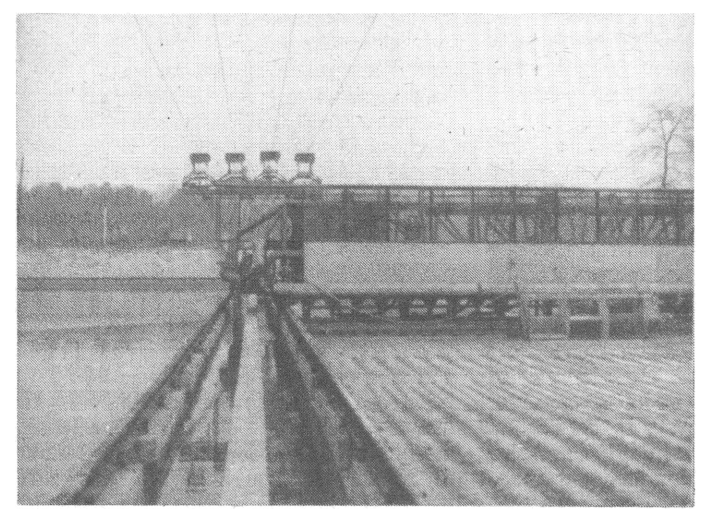


Bild 2 Filtersandregeneriergerät vom KWP

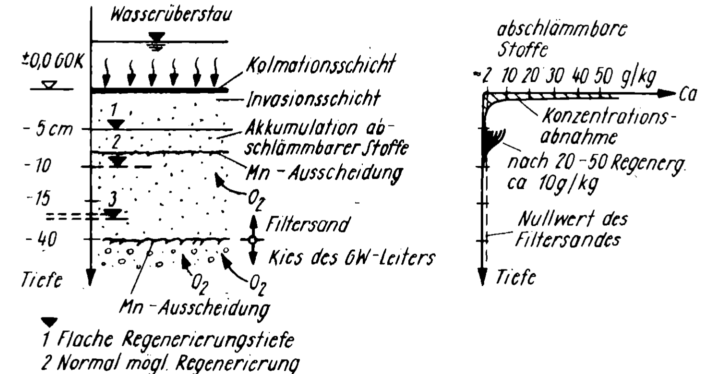


Bild 3 Akkumulation von tiefer eingedrungenem Material, einschl. sekundärer Wirkungen unterhalb der Zone ständiger Regenerierung

Tafel 3 Vergleich von Uferfiltration (Uf), Grundwasseranreicherung (GWA) und Langsamsandfiltration (LSF)

Wirkungen, Einsatzmöglichk.: x gut; • weniger bedeutend; – nicht vorhanden

	(Uf)	(GWA)	(LSF)
Qualitätsverbesserung			
– leicht abbaub. org. Stoffe	x	x	x
– schwer abbaub. org. Stoffe	•	•	•
– Pflanzennährstoffe	x	x	x
– Schwermetalle	•	•	–
– Temperatur	•	•	–
– Trübung, Farbg.	x	x	x
– bakteriol. virol. Besch.	x	x	•
Dargebotserhöhung aus dem GW-Leiter an beliebigen Standorten	–	x	–
Ausgleich von Stoßbelastg. (z. B. Havarien b. Oberliegern)	x	x	–
Schaffung definierter Potentiale (GW-Erhöhung, Abdrängung belast. Grundwässer)	–	x	–
Abproduktfreie bzw. -arme Techn.	• 1)	• 2)	• 2)
Behandl. von Wässern an belieb. Standorten (Abwässer., Regenwasser)	–	x	x
willkürl. Rohwass. Unterbrech. für begrenzte Zeit	–	x	• 3)
Speicherreserve	•	x	–
willkürl. Einordnung i. d. Aufbereitungstechnologie	–	x	x
Aufwandsminimierung	x	•	•

1) nur für Nutzer (Eindickungseff. im Vorfluter)
2) besonders bei Pflanzenbecken
3) nur bei anderweit. Speicherreserve möglich

Ausblick

In industriellen Ballungsräumen ist es besonders notwendig, Wasserbehandlungsanlagen an veränderte Rohwasserbedingungen anzupassen. Im Regelfall wurden Bodenpassagen zunächst mit dem Anstieg von leichter abbaubaren organischen Stoffen und dem damit verbundenen Problem des Sauerstoffrückgangs konfrontiert. Die weitere Industrialisierung führte und führt zum Teil noch zu einer gewissen Umkehrung. Der Quotient BSB/CSV wird kleiner, die hiermit verbundene Abbauverzögerung sichert verschiedentlich wieder bessere aerobe Bedingungen im Untergrund. Die künftige Entwicklung der Wasserbehandlung wird sich zur Sicherung der Mehrfachnutzung des Wassers verstärkt auch der Eliminierung schwer abbaubarer Stoffe zuwenden. In Einzelfällen kann folglich eine Fließwegverkürzung oder Leistungserhöhung zur Sicherung aerober Verhältnisse im Untergrund sinnvoll sein (Bild 4).

Auch die stärkere Nutzung der Grundwasseranreicherung und Uferfiltration für eine biologische Nitratelimination dürfte in Zukunft neben anderen Verfahren der Nitratelimination an Bedeutung gewinnen.

Die Denitrifikation mit Stickstoffabgasung ist bei der Uferfiltration mit höher belasteten, nitrathaltigen Oberflächenwässern vielfach beobachtet worden. Die fakultativen Anaerobier nutzen das organische Substratangebot bereits im noch aeroben Milieu unterhalb von 1 mg/l O_2-Gehalt. Eine erprobte Möglichkeit besteht in der Dosierung von H-Donatoren /9/; sie kann dann entfallen, wenn die Vermischung geeigneter Teilströme vor der Fassung gelingt.

So dürfte die Infiltration von organisch unbelastetem, aber stark nitrathaltigem Grundwasser in ufernahe Gebiete mit organisch belastetem Oberflächenwasser zur Sicherung des fakultativ anaeroben Abbaus des Uferfiltrats und gleichzeitiger Denitrifikation des Grundwassers Gegenstand künftiger geohydraulischer und stoffumwandlungskinetischer Untersuchungen werden. Lange Fließstrecken zur nachfolgenden Sauerstoffaufnahme (evtl. Infiltration über Schluckbrunnen) sichern die bakteriologische Verbesserung und verhindern Fe- und Mn-Auflösungen.

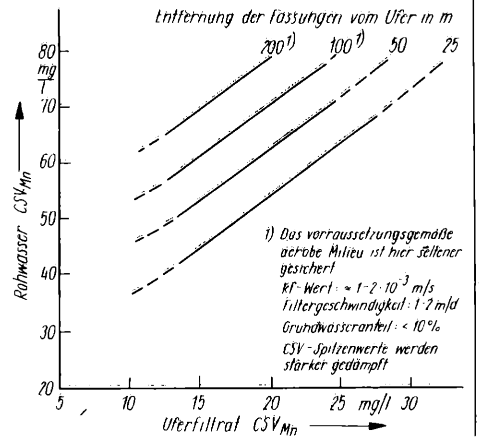
Die Infiltration von Abwasser in ufernahe Bereiche und die Infiltration von Regenwasser in Gebiete mit hoher Versiegelung der Bodenoberfläche (Stadtkerne) werden aus Gründen der weitergehenden Abwasserbehandlung, Sammlerentlastung und Grundwasserspiegelaufhöhung ebenfalls an Bedeutung gewinnen. Die Spülstrahlregenerierung von kolmatierten Flußabschnitten wird besonders in der UdSSR praktiziert /3/; auch hier kann eine breitere Anwendung erwartet werden.

Zusammenfassung

Uferfiltration, Infiltration und Grundwasseranreicherung nutzen ähnliche biochemisch ablaufende Stoffumwandlungsprozesse, um leicht- und schwerabbaubare organische und andere Wasserinhaltsstoffe ohne Zusatz von Chemikalien zu reduzieren. Die Komplexität der Dämpfungsmechanismen für Belastungsspitzen übersteigt die der rein technischen Verfahren. In Ländern mit geeigneten Lockergesteinbereichen wird eine weitere Verbreitung der Anwendung erwartet. Die fortschreitende Beherrschung der Grundwasserströmungsverhältnisse, einschließlich der Migration der Wasserinhaltsstoffe, wird hierzu den Weg ebnen. Die weitere Nutzung der umfangreich vorhandenen Grundfonds von Infiltrations- und Uferfiltrationsanlagen erfordert die Einhaltung bestimmter Mindestqualitäten der zu nutzenden Oberflächengewässer.

(Literaturangaben liegen der Redaktion vor und werden auf Wunsch zugesandt.)

Bild 4 Groborientierung zur Reduzierung des CSV_{Mn} im Uferfiltrat des Oberen Elbtals bei aeroben Verhältnissen





Arbeit der KDT

Fachtagung „Wasserwirtschaftliche Nutzung von Restlöchern der Braunkohlentagebaue"

Aus der Braunkohlenförderung verbleiben technologisch bedingte Restlöcher. Es gilt, sie volkswirtschaftlich optimal zu nutzen, besonders für wasserwirtschaftliche Zwecke. Dieses Thema wurde auf einer vom Bezirksfachausschuß Wasser und dem zentralen Fachausschuß Hydrologie der KDT am 2. September 1984 in Cottbus organisierten Tagung behandelt.

Eingangs konnte *Wiesner*, WWD Obere Elbe-Neiße, belegen, daß die Abflußbildung in den Braunkohlengebieten der mittleren Spree ausschließlich von der Kapazität der Entwässerungsanlagen der Tagebaue bestimmt wird. Grundwasserlagerstätten sind zerstört und Retentionsflächen durch Gewässerverlegungen vernichtet. Tagebaurestlöcher sind deshalb neben den Talsperren die einzige Möglichkeit zur Bewirtschaftung der Wasserressourcen durch die Wasserwirtschaft.

Steigender Wasserbedarf der Folgeindustrie des Braunkohlenbergbaus einerseits und die Wiederauffüllung der Grundwasserspeicher in aufgelassenen Tagebaugebieten andererseits werden um die Jahrhundertwende im Spreegebiet zu einer negativen Wasserbilanz führen. *Winkler*, WWD Obere Elbe-Neiße, bewies, daß sich die Nutzung der Tagebaurestlöcher zur Deckung dieses Fehlbedarfs als optimale Lösung anbietet.

Preibel, Büro für Territorialplanung, betonte, daß im Bezirk Cottbus die Nutzung der Restlöcher in die langfristige konzeptionelle Planung der Bergbaufolgelandschaft einbezogen wird.

Kantelberg und *Roloff*, WWD Obere Elbe-Neiße, zeigten am Beispiel der geplanten Nutzung des Restloches Tagebau Lohsa, daß unter optimalen Bedingungen (u. a. günstige Lage zum Wasserlauf und großes Einzugsgebiet) die Kosten für 1 m^3 bewirtschafteten Stauraum unter 1,– Mark liegen können.

Zum Thema Wassergütebewirtschaftung von Tagebaurestlöchern berichtete *Pütz*, WWD Obere Elbe-Neiße, über Erfahrungen am bestehenden Speicher Niemtsch. So würden die zunächst aufsteigenden eisen- und sulfathaltigen und sauren Grundwässer durch Einleitung von Wasser der Schwarzen Elster nicht nur neutralisiert, sondern später sogar eutrophiert. Durch Anwendung von Wassergütemodellen wird die Wassergüteentwicklung künftiger Tagebaurestlöcher prognostiziert.

Über geohydraulische Probleme berichtete *Arnold*, VEB Braunkohlen- und Schachtbau (BuS), aus der Sicht des Bergbauprojektan-

(Fortsetzung auf S. 82)

Erfahrungen beim Einsatz von Pflanzenbecken

Dipl.-Ing. Christian SCHOLZE
Beitrag aus dem Forschungszentrum Wassertechnik Dresden

Der Einsatz von wasserüberstauverträglichen Pflanzen, speziell Gräsern, zur ständigen Regenerierung von Infiltrationsanlagen bei der künstlichen Grundwasseranreicherung (GWA) bzw. der Langsamsandfiltration (LSF) ist grundsätzlich im Standard TGL 36430/3 „Grundwasseranreicherung – Technologie und Bemessung von Pflanzenbecken" und der PROWA-Baugruppe 685 „Pflanzenbekken" beschrieben.
Der gewünschte Regenerierungseffekt tritt einmal infolge der Aufarbeitung der sich aus den abfiltrierbaren Stoffen des aufgeleiteten Wassers bildenden Kolmations- und Invasionsschicht durch die Pflanzenwurzeln ein. Zum anderen schafft die Eigenbewegung der Pflanzenstengel (Wind, Wasser) ständig Infiltrationsstellen in der Kolmationsschicht.

Werden Pflanzenbecken neu angelegt, bieten sich zwei Möglichkeiten:

1. Belegen der horizontalen Filterfläche mit ausgestochenen Grassoden
2. Ansaat eines geeigneten Grases in Monokultur.
   Hier eignet sich besonders das Rohrglanzgras *(Phalaris arundinacea)*, das als *Modderwitzer* gehandelt wird. Ein geeignetes Saatbett wird entweder durch Aufbringen von etwa 5 cm humosen Mutterbodens auf die Filtersandschicht oder durch Schaffen einer starken Kolmationsschicht erzielt.

Aus der Beobachtung einer großen Anzahl von teilweise seit Jahren betriebenen Pflanzenbecken (Wiesenburg, Colbitz, Barchfeld, Berlin, Knautnaundorf) konnte für die Inbetriebnahme und den Betrieb eine Reihe wichtiger und verallgemeinerungsfähiger Erkenntnisse gewonnen werden. Besonders bei der Anzucht angesäter Grasbestände ist sorgfältig vorzugehen: Nach der Ansaat im Frühjahr ist das Becken im ersten Jahr während der Vegetationsperiode nur zu beregnen, im Frühherbst sind die erste Mahd und Ernte durchzuführen, um einen möglichst dichten Bestand zu erreichen. Im zweiten Jahr sind im März/April mit einem Kurzzeit-Intervall-Infiltrationsregime die Wurzelbildung und Kräftigung des Bestandes zu fördern. Das dritte Jahr bringt dann Infiltrationsintervalle von 14 Tagen mit fünf Tagen Infiltrationsruhe. Im vierten Jahr wird mit dem standardgerechten Infiltrationsregime die volle Leistung mit durchschnittlichen Infiltrationsraten von 0,5 bis 1,0 m/d (Spitze 1,5 m/d) erreicht. Nun reduzieren sich die Aufwendungen für den Betrieb eines grasbestandenen Infiltrationsbeckens auf wenige, aber ständig durchzuführende Maßnahmen:

- Kontrolle des Überstaus (maximaler Überstau bis ⅔ der Pflanzenhöhe)
- Messung der Zulaufmenge
- in mehrmonatigen Zeitabständen Durchführung von Mahd und Ernte (zwei- bis dreimal jährlich).

Muß ein Pflanzenbecken auch im Winter infiltrieren, so ist zu beachten, daß

- die Infiltrations- und Reinigungsleistung auf etwa ein Drittel der Sommerwerte zurückgeht,
- die Pflanzenbestände einen Überstau von mindestens 30 cm über den Pflanzenspitzen erhalten,
- die Kolmationsschicht des Beckens nicht völlig abdichtet.

Ein gesunder Pflanzenbestand kann jedoch, ohne Schaden zu nehmen, auch trocken überwintern. Vor der Wiederinbetriebnahme im Folgejahr ist das Entfernen abgestorbener Pflanzenteile notwendig. Mit dem Ende der Frostperiode wird das wintertrockene Becken eingestaut, wobei es durch das wärmere Wasser zu einem zeitigeren Pflanzenwachstum kommt als auf trockenen Wiesen. Im Laufe der Vegetationsperiode ist der Wahl der Erntezeitpunkte und einer exakten Beräumung der Becken besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Die abgeschnittene Grünmasse, die evtl. im Becken verbleibt, belastet das biologische System zusätzlich und kann Dauerschäden, wie Faulstellen und damit flächenweises Absterben der Bestände, zur Folge haben.

Die Pflanzenbeckentechnologie ist ein Paradebeispiel für ein abproduktfreies Verfahren mit Wertstoffrückgewinnung; denn es werden Wasserinhaltstoffe, wie Nitrate, Phosphate und biologisch abbaubare organische Verbindungen, in Grünmasse – also wertvolles Futtermittel – umgewandelt. Von einem Hektar Pflanzenbecken lassen sich beispielsweise 10 t/ha Trockenmasse jährlich gewinnen, wobei ein Futterwert von 3 (mittlere Qualität) erreicht wird und der Wertstoff „Gras" ungefähr 2 t Rohprotein enthält.
Diese Möglichkeit wird in den vorgenannten Anlagen noch nicht in gebührendem Maße genutzt.

Den Wassertechnologen interessieren an Pflanzenbecken vorrangig die Infiltrationsraten und die Reinigungsleistung. Als Sickerleistung wurden bereits 0,5 bis 1,0 m/d genannt. Für die qualitätsverbessernde Wirkung soll dies stehen:

		Zulauf	Elim.-Lstg.
PV-Abbau	mg/l	50	30 bis 50 %
Fe^{2+}	mg/l	5,0	95 %
NH_4	mg/l	1,0	100 %
NO_3	mg/l	60	20 bis 40 %
Phenol	mg/l	0,2	100 %
Schwebstoffe	mg/l	70	100 %
Keimzahl			um 95 %

Ähnliche Abbauleistungen erreichen auch Sandbecken mit Ausnahme der Nitratelimination, die aber besonders bei nitratbelasteten Rohwässern willkommen ist. Weitere Vorteile für die Pflanzenbecken-Technologie sind die verhältnismäßig geringen Investkosten von 50 bis 100 M/m³ · d und Selbstkosten von 0,05 bis 0,10 M/m³.

Da kleinere und mittlere Anlagen von jedem VEB WAB in Eigenleistung hergestellt werden können, sind Pflanzenbecken vorzügliche Mittel zur Rationalisierung, besonders um den sommerlichen Spitzenbedarf in kleinen und mittleren Versorgungsgebieten abdecken zu können. Wie ein Beispiel zeigt, eignet sich diese Technologie auch für die Aufbereitung von Beregnungswasser für Landwirtschafts- und Gärtnereibetriebe, wenn im Territorium außer aufbereitungswürdigem Oberflächenwasser keine Ressource zur Verfügung steht.
Zum Abschluß sei noch einmal auf den Standard und das äquivalente Angebotsprojekt des VEB PROWA, die „Baugruppe 685: Pflanzenbecken", hingewiesen.

(Fortsetzung von S. 81)

ten. Die Anwendung mathematischer Modelle zur Simulation der dreidimensionalen Grundwasserströmung mit den in Mischbodenkippen nur unsicher zu bestimmenden geohydraulischen Parametern führt zu mittleren Fehlern in den vorhergesagten Grundwasserständen beim Wiederanstiegsprozeß von 2 m, was sich entsprechend auf die Flutung der Restlöcher auswirkt.
Anschließend behandelte *Böhme*, VEB BuS, einige bodenmechanische Probleme an Innenkippen und Böschungen von Restlöchern.
Abschließend vermittelte *Tölzer*, WWD Obere Elbe-Neiße, Erfahrungen aus der Instandhaltung der Ufer wasserwirtschaftlich genutzter Tagebaurestlöcher. Der Aufwand für solche Speicher übertrifft den für Talsperren erheblich. Eine entsprechende Gestaltung der Böschungen und Ufer und deren biologischer Verbau zahlt sich über längere Zeiträume ökonomisch aus.

Mit der Entstehung weiterer Tagebaurestlöcher in den kommenden Jahrzehnten sind deren Anlage und ökonomische Wirksamkeit für verschiedene Zwecke der Volkswirtschaft rechtzeitig zu planen. Andererseits sind die Kosten nach dem Verursacherprinzip und dem entstehenden Nutzen zu bilanzieren und von den betreffenden Wirtschaftszweigen zu tragen.

Golf/Wiesner

Enteisenung im Grundwasserleiter

Dipl.-Ing. Dieter EICHHORN
Beitrag aus dem Forschungszentrum Wassertechnik Dresden

Die natürlichen bodenphysikalischen Eigenschaften der Grundwasserleiter mit erhöhten Schwermetallionenkonzentrationen erlauben es, die Untergrundwasserbehandlung zur Eliminierung von Eisen und Mangan teilweise auf Bedingungen auszudehnen, die bisher nur der mehrstufigen klassischen Wasserbehandlung vorbehalten waren. Die Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Eliminierung von Eisen und Mangan im Grundwasserleiter lassen erwarten, daß die Technologie der Untergrundwasserbehandlung die erhöhten gesellschaftlichen Anforderungen erfüllt. Sie wird sich deshalb rasch in der wasserwirtschaftlichen Praxis durchsetzen – sei es als Rekonstruktionsmaßnahme in Form einer zusätzlichen Vorbehandlungstechnologie oder als eigenständige Wasserbehandlungstechnologie bei Investitionen.

Erwartungen an die Untergrundwasseraufbereitung

Bei Untersuchungen wie auch in produktionswirksamen Anlagen erwies sich die Eliminierung des Eisens aus dem Grundwasser als der technologisch am besten beherrschbare Prozeß. Auch Tests in Grundwasserfeldern mit Fe(II)-Konzentrationen über 100 mg/l ergaben ohne langwierige Einarbeitungsphasen Eliminierungsraten bis zu 98 %. Sind die spezifischen bodenphysikalischen und wasserchemischen Bedingungen erfüllt, ist diese Technologie als funktionssicher zu betrachten.

Weitaus komplizierter hingegen gestaltet sich der im gleichen Zusammenhang erwünschte Prozeß der Entmanganung. Eine chemische Oxydation ist bei den im Grundwasser im allgemeinen vorhandenen *p*H-Werten nur in Ausnahmefällen möglich. In der Regel (Entmanganung basierend auf der Mitfällung des Eisens) liegen die Eliminierungsraten weit unter denen des Eisens. Die Technologie der Untergrundwasserbehandlung zur Eliminierung von Schwermetallionen bietet natürlich die potentiellen Voraussetzungen zur Behandlung von organisch belastetem Wasser. Mit der erfolgreichen Eliminierung von Eisen aus dem Grundwasser ist gesichert, daß die Lebenserwartungen aller Elemente der Wasserfassungen (Brunnen, Fördereinrichtungen, Rohwasserleitungssystem) potentiell steigen, da die sogenannte Verockerung weitgehend entfällt. Unter dem Aspekt des tendenziellen Anstiegs der Fe-Konzentration im Grundwasser hat dieser Nebeneffekt besondere gesellschaftliche Relevanz.

Vorbereitung und Regenerierung des Untergrunds

Der wesentliche Funktionsmechanismus der Eliminierung von Eisen ist eine Ionenaustauschreaktion, wobei die natürliche Kationenaustauschkapazität der festen Phase des Bodens technologisch genutzt wird (Festbettreaktor). Die Regenerierung eines solchen Reaktionsraumes der Untergrundwasserbehandlungsanlage erfolgt durch den Eintrag eines Oxydationsmittels für die sorptiv gebundenen Fe(II)-Ionen und deren Oxydation zu Eisenoxidverbindungen. Technisch und technologisch stellt Sauerstoff als Gas gegenwärtig das ökonomisch vorteilhafteste Oxydationsmittel dar. Sauerstoff ist zum einen aus der atmosphärischen Luft (Anteil etwa 20 %) kostenlos, als technisches Gas kostengünstig verfügbar. Zum anderen ist das Eisen bei den im Grundwasser üblichen *p*H-Werten von 5,5 bis 7,5 (teilweise bei biologischer Unterstützung) zur Oxydation mit dem im Wasser gelösten Sauerstoff bereit.

Der Eintrag des Oxydationsmittels in den Untergrund erfolgt prinzipiell in gelöster Form, um die Migrationsfähigkeit des Sauerstoffs zu gewährleisten. Als Trägerflüssigkeit für diesen Prozeß wird sinnvollerweise ein Wasser genutzt, das quasi frei von Fe-Ionen ist. Technologisch erfolgt der Oxydationsmitteleintrag in die Trägerflüssigkeit in Abhängigkeit vom Oxydationsmittel im allgemeinen auf unterschiedliche Art und Weise. Während beim Einsatz von Luft die Unterdruckbegasung in Form von Venturibelüftung, Fallrohrverdüsung, Kaskaden u. a. m. dominieren, wird bei der Verwendung von technischem Sauerstoffgas generell die mehrstufige Druckbegasung bevorzugt.

Infiltrationstechnologie der Untergrundwasserbehandlung

Die Wirkung des Bodens als Kationenaustauscher ist einerseits davon abhängig, daß die Kontaktzeiten des aufzubereitenden Grundwassers die erforderliche Größe erhalten und daher die Fließwege des natürlichen Grundwassers durch die aufbereitungsaktive Zone ausreichend lang sind. Andererseits muß diese aufbereitungsaktive Zone den gesamten Raum erfassen, der bei der Anströmung des Fassungselementes in der Entnahmephase durchflossen wird. Für die technisch-technologische Umsetzung dieser Aufgabe stehen bekannterweise zwei Varianten zur Wahl:

1. interne Infiltrationstechnologie
2. externe Infiltrationstechnologie.

Deren Auswahl erfolgt in Abhängigkeit von den geohydrologischen und geochemischen Parametern des Standorts, der konstruktiven Ausbildung der Anlage und des Betriebsregimes.

Einsatzkriterien

Aus den Feldversuchen im Rahmen der Verfahrensforschung konnten die maximalen, im Routinebetrieb sicher erreichbaren Eliminationsraten der Technologien für Eisen in folgender Größenordnung abgeleitet werden:
intern 98 %
extern 80 %.

Entsprechend dem Ziel, den Grenzwert des Standards TGL 22433 für Eisen von 0,3 mg/l einzuhalten, hat die interne Technologie für Eisengehalte unter 15 mg/l die Einhaltung der Norm zu garantieren. Durch spezielle Verfahrensführung ist es unter Praxisbedingungen gelungen, eine Enteisenung im Grundwasserleiter bis zu 0,3 mg/l auch bei Fe-Gehalten im Grundwasser bis zu 75 mg/l zu erreichen. Die Technologie kann mit Erfolg jedoch nur dort eingesetzt werden, wo das migrierfähige Fe(II) an Komplexe gebunden ist, die eine schnelle und problemlose Oxydation garantieren.

Alterung

Mit der Deponie des eliminierten Eisens im Umfeld der Fassungselemente und der damit verbundenen Beeinträchtigung der geohydraulischen Parameter des Bodens, besonders in bezug auf das Fassungsvermögen der Anlagen, besitzt diese Problematik eine besondere Relevanz. Ausgehend von der Tatsache, daß der eigentliche Eliminationsmechanismus eine Ionenreaktion ist, kann angenommen werden, daß die Bildung und Deponie der Eisenoxide im Reaktionsraum relativ gleichmäßig erfolgt. Damit besitzt die interne Technologie den Nachteil, daß auch das nahe Umfeld des Entnahmeelements zur Deponie genutzt wird und einer Kolmation nur begegnet werden kann, wenn der Reaktions/Deponieraum groß gewählt wird.

Die externe Infiltration hat hingegen den großen Vorteil, daß die Deponie der Eisenoxide in einer solchen Entfernung vom Brunnen erzwungen wird, daß die hydraulischen Parameter im fassungsnahen Raum und damit das Fassungsvermögen nicht bzw. kaum nachweisbar beeinträchtigt werden.
Die konstruktive Gestaltung von Untergrundenteisenungs-Anlagen und die Festlegung entsprechender Betriebsregimes stellt sich somit als ein Optimierungsproblem dar.

Typenkatalog zur Pumpversuchsauswertung – ein Beitrag zur Rationalisierung der hydrogeologischen Erkundung

Doz. Dr. sc. techn. Ulrich BEIMS, KDT
Beitrag aus der Technischen Universität Dresden

In den 60er Jahren erschien in der internationalen Fachliteratur eine Vielzahl von Arbeiten über hydrogeologische Pumpversuche. Dabei lag der Schwerpunkt auf der Auswertung von nichtstationären Strömungsprozessen. Auch in der DDR fanden diese Methoden mehr oder weniger sporadisch Eingang in die hydrogeologischen Erkundungsarbeiten. 1968 wurde deshalb begonnen, die Konzeption für einen Standard zur geohydraulischen Auswertung von Pumpversuchen zu erarbeiten. Dieser sollte dem gegenwärtigen nationalen und internationalen Wissensstand entsprechen.
1970 wurde zunächst eine Themenstudie erarbeitet, in der die theoretischen Grundlagen der Pumpversuchsauswertung dargestellt und die für die spezifischen Bedingungen der DDR bedeutenden Pumpversuchsschemata und Auswerteverfahren erläutert wurden. 1971 wurde diese Themenstudie durch eine umfangreiche Sammlung praktischer Beispiele ergänzt, an denen eine Vielzahl von Auswerteverfahren konkret getestet werden konnte. Bis 1973 wurden dann insgesamt neun Blätter des Standards TGL 23864 „Pumpversuche" für verbindlich erklärt.

Schon während der Bearbeitung des Standards zeigte sich, daß er relativ hohe Anforderungen an den Nutzer stellt. Deshalb wurde 1972 parallel zur Standarderarbeitung ein „Typenkatalog zur Pumpversuchsauswertung" fertiggestellt, der die Überführung von TGL 23864 in die Praxis unterstützen sollte. In diesem Katalog wurden typische Kurvenverläufe für verschiedene hydrogeologische Modelle sowie deren Auswertung im Zusammenhang mit dem Standard vorgestellt. Der Nutzer konnte somit konkrete zeitliche und räumliche Absenkungs- und Wiederanstiegskurven sehr gut dem entsprechenden Auswerteschema zuordnen. Der Katalog hat in der Erkundungspraxis sehr schnell eine große Resonanz gefunden. 1975 wurde er durch einige weitere Beispiele aus der Praxis ergänzt.
1980/81 wurde ein zweiter Teil des Typenkatalogs erarbeitet, wobei in der Pumpversuchsauswertung

- geschichtete Grundwasserleiter,
- unvollkommen ausgebaute Brunnen,
- Brunnen mit Eigenkapazität und
- Berandungen im Festgesteinsbereich

besonders beachtet wurden. Dabei hat sich auch gezeigt, daß der 1972 erarbeitete Katalog nicht mehr den neuesten Stand bei der Pumpversuchsauswertung berücksichtigt, so daß sich eine Neubearbeitung dieses Teils erforderlich machte.
Das betraf z. B. den EDV-Einsatz bei der Pumpversuchsauswertung, die Durchführung und Auswertung von Gütepumpversuchen und die aktive Nutzung von Standard-Software auf Büro- oder Heimcomputern. Von einem Kollektiv des VEB Hydrogeologie und der Sektion Wasserwesen der TU Dresden wird nunmehr ein Katalog vorgelegt, der dem gegenwärtigen Stand der Pumpversuchsauswertung entspricht und auch die im Teil 2 des Katalogs enthaltenen Verfahren integriert. Der Katalog ist somit ein selbständiges Arbeitsmittel, für dessen Nutzung nur TGL 23864 benötigt wird. Außerdem sind dem Katalog Anlagen beigefügt worden, aus denen alle notwendigen Informationen hervorgehen. Der Katalog kann beim VEB Hydrogeologie Nordhausen zur Nachnutzung angefordert werden.

Aufbau des Typenkatalogs

Der Pumpversuchstypenkatalog enthält im Abschnitt 1 typische Kurvenverläufe für Grundwasserabsenkungs- und Anstiegsverhalten innerhalb von Brunnen während eines hydrogeologischen Pumpversuchs. Dabei werden die Einflüsse beachtet, die die Kurven durch äußere Berandung erfahren.
Basis für alle Kurven sind die folgenden Modellfälle:

- unendlich ausgedehnter Grundwasserleiter (GWL)
- einseitig durch eine speisende Berandung $\varphi_2 = 0$ begrenzter GWL
- einseitig durch eine Barriere $\Delta_q = 0$ begrenzter GWL.

Für diese drei Grundfälle werden typische Kurven dargestellt, die durch folgende Bedingungen beeinflußt werden:

- geschichtete GWL, bei denen eine verzögerte Wasserabgabe aus den weniger durchlässigen in den durchlässigeren GWL erfolgt
- unvollkommen ausgebaute Brunnen unter Beachtung des instationären Anteils der spezifischen Potentialdifferenz φ_1
- unvollkommen ausgebaute Brunnen unter Beachtung des stationären Anteils der spezifischen Potentialdifferenz φ_1
- Speisung des GWL durch hangende bzw. liegende Schichten.

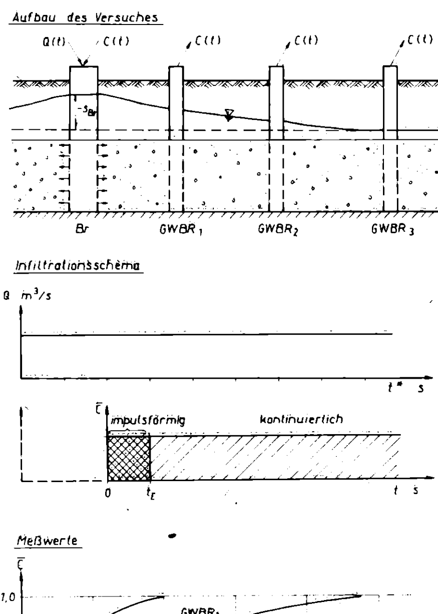
Zusätzlich werden Kurven vorgelegt, die sich durch den Einfluß von Kapazitätseffekten im Brunnen bei einem unendlich ausgedehnten GWL ergeben.

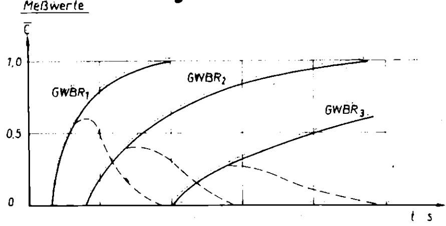
In Abschnitt 2 werden zu allen aufgeführten Kurven detaillierte Hinweise zu den Auswerteverfahren gegeben, wobei eine konkrete Zuordnung zu TGL 23864 oder der entsprechenden Anlage erfolgt. Dabei wird zwischen der Auswertung im Brunnen und den GWBR unterschieden, für die Meßwertkurven werden folgende Hinweise gegeben:

- Einflüsse auf den Kurvenverlauf
- Phaseneinteilung bei den Kurven
- Zeitschranken für die einzelnen Pumpversuchsphasen und
- ermittelbare Parameter.

Abschließend werden einige Bemerkungen zum Einordnen des Auswerteverfahrens gemacht und Hinweise auf die Einsatzmöglichkeiten der in der DDR gebräuchlichen Pumpversuchsauswertungsprogramme PVA 1 und PSUX gegeben. Der Abschnitt 3 enthält die Planung, Durchführung und Auswertung von Gütepumpversuchen zur Identifikation von Migrationsparametern im Feld. Dabei liegt der Schwerpunkt auf den grafisch/analytischen Auswerteverfahren für den im Bild 1 dargestellten rotationssymmetrischen Strömungsfall.
Des weiteren werden Hinweise zur Vorbereitung und Durchführung der Gütepumpversuche gegeben sowie der gegenwärtige Stand bei der EDV-gestützten Auswertung dargelegt.
Im Abschnitt 4 werden Empfehlungen zur Pumpversuchsplanung, -durchführung und -auswertung gegeben, ferner wird auf Probleme hingewiesen, die bei der praktischen Realisierung von Pumpversuchen auftreten können und die die Auswertung mitunter unnötig erschweren.

Bild 1 Schema eines Gütepumpversuchs





Teilweise können sie sogar zu beträchtlichen Fehlern bei der Pumpversuchsauswertung führen. Das betrifft beispielsweise:

- Vorausberechnung von Pumpversuchen
- Wahl der Fördermenge
- Zahl und Anordnung der GWBR
- Brunnenausbau
- Einfluß der Unvollkommenheit des Brunnens
- Interpretation von Knickpunkten der Kurven
- Wahl der Meßtermine.

Abschließend wird auf die Ermittlung des Skin-Effekts im Brunnen eingegangen, der ein gutes Kriterium für die Einschätzung der Qualität des Brunnenausbaus ist.

Der Abschnitt 5 schließlich ist eine Zusammenstellung von wichtigen Funktionen, die bei der EDV-gestützten Pumpversuchsauswertung benötigt werden. Das sind:

$W(\sigma)$ – Brunnenfunktion von *Theis*
$W(\sigma,\beta)$ – Brunnenfunktion von *Hantusch*
$K_0(x)$ – Besselfunktion
$erfc(x)$ – komplementäre Fehlerfunktion.

Für diese Funktionen werden Näherungslösungen vorgestellt sowie eine grafische und tabellarische Darstellung gegeben. Des weiteren sind getestete und bewährte FORTRAN-Unterprogramme aufgeführt, die sich für eigenständige Auswerteverfahren auf Büro- oder Heimcomputer gut eignen. In den zum Typenkatalog gehörenden sechs Anlagen werden theoretische Grundlagen und Auswerteverfahren erläutert, die nicht in TGL 23864 enthalten sind.

In Anlage 1 wird der Fall näher untersucht, wenn der Brunnen eine nicht vernachlässigbare Eigenkapazität besitzt. Das ist besonders bei großen Brunnendurchmessern, großen Absenkungen und kleinen k-Werten der Fall (Bild 2).

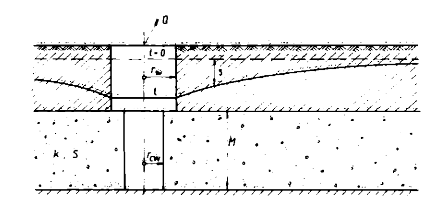
Die Eigenkapazität des Brunnens bewirkt, daß in der Anfangsphase des Pumpversuchs die Absenkung langsamer verläuft, als durch die *Theis*-Lösung beschrieben wird, da ein Teil des Wassers aus dem Grundwasserleiter (Q_{GWL}) und ein anderer Teil aus dem Volumen des Brunnens und des Filterkieses (Q_{sp}) stammen (siehe Bild 2).

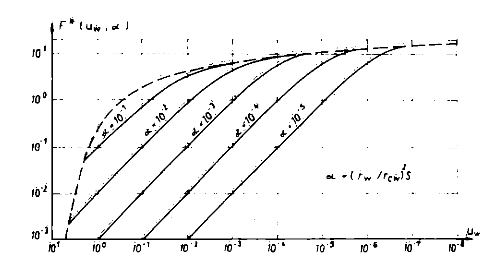
Die Eigenkapazität des Brunnens braucht bei der Auswertung dann nicht mehr berücksichtigt zu werden, wenn der Faktor U kleiner als 0,05 ist.

$$U = \frac{Q_{sp}}{Q_{sp} + Q_{GWL}} < 0{,}05.$$

Für den genannten Fall werden straight-line-Verfahren und ein Verfahren der typischen Kurven angegeben. Für eine iterative Parameterermittlung oder die Vorausberechnung eines Pumpversuchs mit Eigenkapazität läßt sich das angegebene FORTRAN-Programm KAPA vorteilhaft nutzen.

Bild 2 Brunnen mit Eigenkapazität





In Anlage 2 wird der Fall des zweischichtigen Grundwasserleiters behandelt, wo eine gut durchlässige Schicht von einer schwach durchlässigen Schicht überlagert wird (Bild 3).

Bei diesen Verhältnissen, die in der internationalen Literatur als halbgespannt bzw. halbungsgespannt bezeichnet werden, wird vorausgesetzt, daß der obere Grundwasserleiter (GWL_0) praktisch keinen Anteil am horizontalen Fließvorgang hat und demzufolge nur vertikal durchströmt wird. Wenn Pumpversuche unter derartigen Bedingungen genügend lang durchgeführt werden, zeigt sich das typische im Bild 3 angegebene Absenkungsverhalten, bei dem drei Absenkungsphasen ausgrenzbar sind.

Phase I – elastisches Regime

Mit Beginn des Pumpversuchs erfolgt im GWL_u mit seiner hohen Durchlässigkeit in Abhängigkeit vom elastischen Speicherkoeffizienten eine Druckentlastung. Die dadurch eintretende Absenkung spiegelt nur die Verhältnisse dieses GWL wider.

Phase II – falschstationäres Regime

Durch die auf den GWL_0 wirkende Druckentlastung beginnt die verzögerte systematische Entwässerung dieses GWL und damit eine Speisung des GWL_u. Dieser Vorgang bewirkt das harmonische Abweichen der Funktion $s = f\,(lg\ t)$ nach oben.

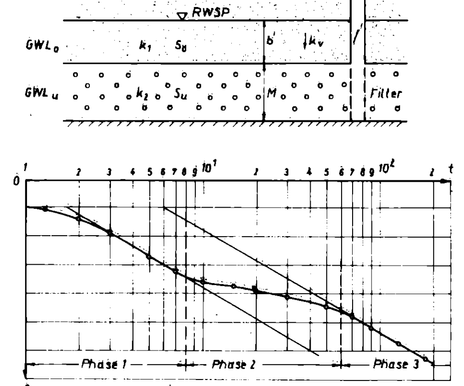
Phase III – Gravitationsregime

In dieser Phase erfolgt der zeitliche Verlauf der Absenkung so langsam, daß er dem Entwässerungsverhalten des GWL_0 entspricht. Das System reagiert wie ein homogener GWL, bei dem der Speicherkoeffizient der entwässerbaren Porosität des GWL_0 entspricht.

Während die Auswertung der Phasen I und III nach TGL 23864 erfolgen kann, wird das Hauptaugenmerk bei der Auswertung in Anlage 2 auf die Bestimmung der Speisungsgröße des GWL_0 und damit des vertikalen Durchlässigkeitskoeffizienten k_v aus der Phase II gelegt. In Anlage 3 wird das Absenkungsverhalten in einem unvollkommenen Brunnen betrachtet, bei dem die spezifische Potentialdifferenz φ_1 einen stark ausgeprägten nichtstationären Charakter hat. Somit weist die Absenkungskurve eine deutliche Krümmung auf (Bild 4). Die Konstruktion einer Ausgleichsgeraden zur Parameterberechnung ist nicht mehr möglich. Aus diesem Grunde muß die Funktion

$s = s_u = f\,(lg\ t)$ entzerrt werden. Die dafür erforderlichen Betrachtungen sind sehr zeitaufwendig, aber notwendig, um zu realen Parametern zu gelangen. Für den Fall aber, daß die Absenkungskurve nachfolgend in einen linearen Kurvenverlauf übergeht, sollte dieser – wenn er durch genügend Meßpunkte belegt ist – ausgewertet werden. Die Anlage enthält alle zur Auswertung benötigten Funktionswerte als grafische Darstellungen.

Bild 3 Zweischichtiger Grundwasserleiter mit verzögerter Wasserabgabe



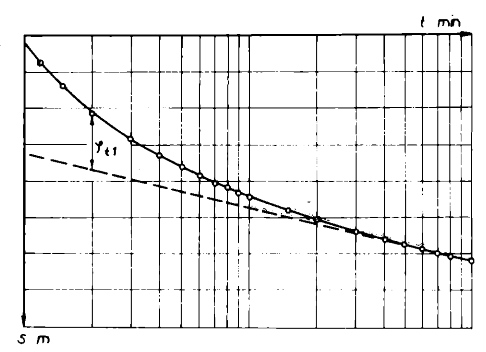


Bild 4 Zeitlicher Absenkungsverlauf bei nichtstationärer Unvollkommenheit

In Anlage 4 wird die Speisung des Grundwasserleiters aus liegenden und/oder hangenden Schichten betrachtet. Die dort aufgeführten Untersuchungen basieren auf umfangreichen Testrechnungen und gehen über die Auswertungshinweise in TGL 23864 hinaus.

In Anlage 5 werden die beiden Rechenprogramme PVA 1 und PSUX näher vorgestellt. Bei beiden Programmen wird das Grundproblem zum ersten Mal mit geschätzten Startparametern gelöst. Die auf diese Weise berechneten Werte der Potentialfunktion (h oder s) werden mit den vorhandenen Meßwerten verglichen. Ausgehend von diesem Vergleich, wird ein neuer Satz von geohydraulischen Parametern vorgegeben, der so gearbeitet ist, daß bei der erneuten Lösung des Grundproblems die Abweichungen kleiner werden. Dieser Zyklus wird so lange fortgesetzt, bis eine bestmögliche Übereinstimmung zwischen allen Meß- und Rechenwerten besteht. Die so ermittelten Parameter sind dann repräsentativ für den betrachteten Grundwasserleiterbereich. In der Anlage werden alle mit den Programmen auswertbaren Pumpversuchsschemata detailliert erläutert.

In Anlage 6 schließlich sind einige Auswerteverfahren für Pumpversuche im Festgesteinsbereich angegeben. Diese wurden dem Teil II des Typenkatalogs entnommen, obwohl in der vorliegenden Arbeit keine speziellen Ausführungen dazu gemacht werden.

Der vorliegende Typenkatalog stellt insgesamt ein Arbeitsmittel dar, das bei der hydrogeologischen Erkundung in breitem Maße genutzt werden kann. Einerseits sind die Auswertehinweise so detailliert dargestellt, daß sie auch für Fachkollegen gut verständlich sind, die sich nicht oft mit der Pumpversuchsauswertung beschäftigen. Andererseits ist in den Anlagen eine Reihe von anspruchsvollen theoretischen Untersuchungen enthalten, die auf Arbeiten der letzten Jahre aufbauen.

Geophysikalische Meßverfahren und die Interpretation ihrer Ergebnisse bei der Untersuchung von Brunnen

Dipl.-Geoph. Karl-Norbert LUX
Beitrag aus dem VEB Bohrlochmessung

Brunnen unterliegen altersbedingten Schäden, die sich z. B. aus der Kolmation der Filterrohre und Filterkiese, dem Eintrag von Feinkornanteilen, der Bildung von Porenräumen, der Korrosion von Vollwandrohren oder mechanischen Schäden des Brunnenausbaus ergeben. Das hat in der Regel einen Rückgang der Leistungsfähigkeit des Brunnens zur Folge. In allen Fällen sind Ortung und Beschreibung der Schäden unerläßlich, wofür sich die Meß- und Interpretationsmethoden der geophysikalischen Bohrlochmessung (BLM) anbieten.
Seit mehreren Jahren gehören Brunnenkontrollmessungen zum Leistungsangebot des VEB Bohrlochmessung. Sie haben sich bei der Untersuchung von Brunnen im Fest- und Lockergestein und in Grundwasserbeobachtungsrohren, bei Einsätzen in den Entwässerungsbrunnen der Braunkohlenindustrie sowie in den zumeist sehr alten Wasserfassungsanlagen von Solbädern der DDR unter oftmals recht komplizierten Bedingungen bewährt.

Faßt man die bisher an die Bohrlochmessung herangetragenen Anforderungen zusammen, so ergeben sich folgende allgemeine Aufgaben:
1. Beantwortung technischer Fragestellungen
2. Ursachenerkundung unbefriedigender Ergiebigkeit und von Änderungen der Wassergüte
3. Präzisierung von Brunnendokumentationen.

Dabei greifen diese drei Komplexe wegen der Mehrfachaussage einzelner Meßverfahren im allgemeinen eng ineinander und sind nicht immer streng voneinander zu trennen. In der bisherigen Meßpraxis haben sich die nachstehend aufgeführten Meßverfahren als geeignet herausgestellt. Zusätzlich sind Einsatzgrenzen und gewisse vor der Einordnung in ein Meßprogramm zu beachtende Besonderheiten, einschließlich einiger verfahrenstypischer Meßparameter, stichpunktartig angegeben.

Bohrlochmeßverfahren zur Lösung technischer Fragestellungen

• *Kalibermessung (Kb)*

Messung mit möglichst empfindlichem Registriermeßstab (meist 1:2, Gewährleistung einer Ablesegenauigkeit von ± 2 mm); gegenwärtig einsetzbare Kb-Meßgeräte bis maximal 800 mm

• *Gammamessung (G)*

Messung der natürlichen Gammastrahlung, möglichst mit Andrücksonde

• *Gamma-Gamma-Messung (GG)*

Messung der nach Wechselwirkung *(Comptoneffekt)* mit Materie auftretenden Gammastrahlung bei Verwendung einer Gammaquelle (^{60}Co), möglichst mit Andrücksonde

• *Widerstandsmessung (OK, UK)*

Messung des spezifischen elektrischen Widerstands mit Gradientsonden (Oberkanten- bzw. Unterkantensonde, OK/UK), Messung nur im wassergefüllten Brunnenteil möglich

• *Flowmetermessung (FM)*

Messung der relativen Strömungsgeschwindigkeit durch eine Meßsonde mit einer der Nennweite des Brunnens angepaßten Gummimanschette (Packer), Rückschluß auf die durch Wasserverdrängung bewirkten Fließbewegungen, Messung nur im wassergefüllten Brunnenteil möglich, Mindestdurchmesser 100 mm bis 150 mm

• *Akustischer Bohrlochfernseher (ABF)*

Akustische Abtastung der Brunneninnenwand (Echolotprinzip) mit Darstellung der
– Echoamplitude in Schwarzweiß- bzw. Grauwerten im Sinne einer Abwicklung der Brunneninnenwand (azimutale Orientierung nur bei nichtmagnetischen Ausbauten)
– Echolaufzeit als Meßkurve
Messung nur im wassergefüllten Brunnenteil möglich, starke Durchgasung erschwert die Messung, einsetzbar bei Durchmessern von 108 bis 600 mm

• *Bohrlochabweichungsmessung (BA)*

Messung von Neigung und Azimut der eingebauten Brunnenrohre in diskreten Punktabständen, Azimutangaben nicht möglich bei Neigungen < 1 Gon sowie bei allen magnetisch wirksamen Einbauten

• *Messung mit Geophon*

Verwendung eines elektrodynamischen Schwingungsaufnehmers zur Bestimmung der aktuellen Endteufe

Bohrlochmeßverfahren zur Untersuchung der hydrodynamischen Verhältnisse

• *Resistivimetrie (SW)*

Verfahrenskomplex, bestehend aus
– Nullmessung
– Messung nach Eingabe einer elektrolytischen Indikatorsubstanz (NaCl)
a) im nichtangeregten Zustand zwei bis drei Messungen
b) im angeregten Zustand (Abpumpen bzw. Wassereingabe) drei bis vier Messungen

• *Temperaturmessungen (T)*

Messung der Wassertemperatur mit empfindlichem Registriermeßstab (0,1 bis 0,25 °C/cm) vor, während und nach zusätzlicher Anregung

• *Flowmetermessungen (FM)*

Wie oben; punktweise oder kontinuierliche Fließratenmessung (Mindestfließrate 5 bis 8 m³/h) bei
– starken natürlichen (Arteser)
– künstlich erzeugten Strömungsvorgängen, Durchmesser zwischen 100 mm bzw. 150 mm und 300 mm

• *Messung des natürl. Eigenpotentials (SP)*

Einsatz nur in Brunnen ohne metallische Verrohrung und bei stärkeren Filtrationspotentialen sinnvoll

• *Flüssigkeitsdichtemessungen (FD)*

Messung der Wasserdichte nach dem Prinzip der GG-Messung vor, während und nach Anregung bei zu erwartenden stärkeren Dichteunterschieden (0,02 bis 0,05 g/cm³) sinnvoll (Sole- und/oder Kohlensäurebrunnen)

• *Neutron-Gamma-Messung (NG)*

Messung der nach Wechselwirkung von schnellen Neutronen mit den Wasserinhaltstoffen auftretenden Gammastrahlung, sinnvoll vor, während und nach Anregung bei zu erwartenden starken Veränderungen im Wasserchemismus.

Aus den vorgestellten Meßverfahren werden für typische Aufgabenstellungen bestimmte Verfahren als sogenanntes „Meßprogramm" zusammengefaßt. Hauptkriterien sind dabei
– Aussagemöglichkeit des Verfahrens im Hinblick auf die Aufgabenstellung
– Einsatzbedingungen und -grenzen
– ökonomische Gesichtspunkte.

Folgende Maßnahmen können angeboten werden:
1. Brunnenkontrollmessungen nach Fertigstellung eines Brunnens
2. Brunnenkontrollmessungen zur Früherkennung von Schäden
3. Brunnenkontrollmessungen in akuten Havariesituationen und zur Untersuchung alter Brunnen.

Hinzuweisen ist noch auf die prophylaktische bohrlochgeophysikalische Brunnenuntersuchung, die ein wichtiges Hilfsmittel zur technischen Überwachung wasserwirtschaftlicher Einrichtungen ist.

Hydrogeologische Aspekte im Brunnenbau

Dipl.-Ing. Günter DENNHARDT, KDT; Ing. Dietrich QUAST, KDT
Beitrag aus dem VEB Hydrogeologie

Eine effektive Produktion und die damit im Zusammenhang stehende Sicherung einer entsprechenden Erzeugnisqualität setzen geeignete Qualitätskriterien für das Erzeugnis voraus. Seit 1971 besteht der Werkstandard WAPRO 1.42. des VEB Projektierung Wasserwirtschaft, der fachlich weit fortgeschritten ist, sich aber als Bemessungsgrundlage nur auf den Brunnenbau im Lockergesteinsbereich bezieht. Dieser Standard bildet zwar heute noch die Grundlage für die Vereinbarung von Brunnenbauleistungen mit den VEB WAB. Er reicht aber wegen seines eingeschränkten fachlichen und administrativen Geltungsbereichs nicht aus, ganz abgesehen von dem darin fixierten nunmehr schon 13 Jahre alten Kenntnisstand. Zwangsläufig machte sich das Fehlen einer entsprechenden Vorschrift bemerkbar, so daß eine Neubearbeitung notwendig wurde. Diese Erkenntnis lag auch einer Herausgabe der „Brunnenabnahmeordnung" der VEB WAB durch die Erzeugnisgruppe „Grundwassergewinnung" im Jahre 1983 zugrunde.

Um die Gebrauchswerteigenschaften der Brunnen zu verbessern, wurden spezielle Untersuchungen durchgeführt, die

- einerseits auf die Festlegung von Bemessungsgrößen, der zugehörigen Bemessungstoleranzen sowie auf Konstruktions- und Gestaltungsregeln, und zwar unter Berücksichtigung publizierter internationaler Ergebnisse,
- andererseits auf die bautechnologischen Auswirkungen der Konstruktions- und Bemessungsregeln

abzielten.
Da sich verschiedene Forderungen gegenseitig ausschließen, ist die Realisierung der Aufgaben insgesamt sehr schwierig. Auf Grund dieser Tatsache bestehen z. B. die Vertreter der Wasserwirtschaft auf „großdimensionierte" Brunnen, d. h. Brunnen mit großen Bohr- und Ausbaudurchmessern. Jedoch halten die Brunnenhersteller gerade das Gegenteil für wünschenswert. Es kam also im Rahmen der Erarbeitung der technischen Vorschriften darauf an, zu optimierten Lösungen zu kommen, bei denen der Gebrauchswert das Regulativ darstellt.

Der erarbeitete Standard TGL 34382 „Vertikalbrunnen, Technische Vorschriften für Brunnenbauarbeiten" besteht gegenwärtig aus drei Teilen:

- *Teil I „Allgemeine Grundsätze"* enthält:

- Grundlagen, Voraussetzungen und Verantwortlichkeiten
- erforderlicher Inhalt von Ausführungsunterlagen
- grundsätzliche Anforderungen an Stoffe und Bauteile
- Art und Umfang der Dokumentation.

- *Teil II „Bohrarbeiten"* behandelt:

- Verantwortlichkeiten für die Bohrpunktfestlegung
- zulässige Flächeninanspruchnahme bei der Ausführung der Bohrarbeiten
- grundsätzliche Forderungen zur Ausführung von Bohrungen
- Fragen zur Einstellung der Bohrarbeiten bei Bohrhindernissen
- Definition und Behandlung von Fehlbohrungen
- Qualitätsparameter für Bohrarbeiten.

- *Teil III „Brunnenausbauarbeiten und Tests"* betrifft:

- Anforderungen an die Projektierung und Ausführung
- Gestaltungs- und Konstruktionshinweise für Filterrohre
- Blindrohre, Kiesschüttungen, Abdichtungen und filterlose Brunnen im Festgestein
- Bemessung von Länge und Durchmesser der Filterrohre, der Schlitz- bzw. Maschenweite sowie der Körnung und Dicke der Filterkiesschüttungen
- Fragen des „Klärpumpens" und der „Brunnenentwicklung"
- Qualitätsparameter bei Brunnenausbauarbeiten.

Die wichtigsten Bemessungsgrundsätze wurden eng an die Bestimmungen in Blatt 3 des WAPRO 1.42. angelehnt.

Feldmethode für die Filterbestimmung

Das wichtigste Problem für den Brunnenbau besteht nun darin, daß die Siebanalyse des Erdstoffs nicht auf der Baustelle angefertigt werden kann. Die Bearbeitung des Standards hat somit die Entwicklung einer neuen vereinfachten Feldmethode für die Filterbestimmung forciert, die den formulierten Qualitätsforderungen gerecht wird. Es wurde eine „Körnungslehre" entwickelt, die geeignet ist, die im konkreten Fall erforderliche Körnung des Filtersandes/-kieses einfach und zuverlässig zu bestimmen. Die Körnungslehre enthält mehrere „typische Korngemische", die den jeweils erforderlichen Korngemischen (Filterkiesen) zugeordnet sind. Die Filterkiesbestimmung erfolgt durch einen visuellen Vergleich des mittleren Korns (d_{50}) der natürlichen Probe mit den Vergleichskörnungen der Körnungslehre. Der Filterkies ist richtig bemessen, wenn der mittlere Korndurchmesser der natürlichen Probe gleich groß oder wenig größer als der Korndurchmesser der Vergleichsprobe ist.

Mit Hilfe der Körnungslehre und nach entsprechender Einweisung in die Handhabung gab es nur fehlerfreie Bestimmungsergebnisse sowohl von den im Bestimmen geübten Objektgeologen, aber auch von ungeübten Mitgliedern der Bohrbrigaden.

Unverfilterte Brunnen

Seit etwa fünf Jahren wird die Notwendigkeit der traditionellen Verrohrung der Brunnen im Festgestein in Frage gestellt. Nach Überwinden anfänglicher Skepsis im eigenen Betrieb, besonders aber bei den Auftraggebern, kann heute auf etwa 50 Brunnen verwiesen werden, die in dieser Zeit ohne Filter errichtet wurden.
Der Vorteil dieser Brunnenkonstruktion liegt in folgendem:

– Der Brunnen arbeitet mit dem höchstmöglichen Wirkungsgrad, weil kein künstlicher Eintrittswiderstand auftreten kann.
– Es gibt keine Brunnenalterung durch Kolmation und Korrosion im Fassungsbereich.
– Das Regenerieren unverfilterter Brunnen ist durch mögliches Aufbohren relativ einfach.
– Die Investitionskosten für den Brunnenbau reduzieren sich um den Materialeinsatz und Verbau.

Die Bedenken gegen diese Brunnenkonstruktion gehen davon aus, daß das zunächst standfeste Bohrloch nach längerer Nutzung durch Ablaugungs- und Quellvorgänge nachfällig wird. Uns ist aber kein Fall bekannt, wo ein über längere Zeit genutzter unverfilterter Brunnen zusammengestürzt ist.

Internationale Solidarität 30. August 1985

Am letzten Freitag im August eines jeden Jahres veranstalten Journalisten aus mehr als 130 Berliner Verlagen und Redaktionen ihre traditionelle Solidaritätsaktion auf dem Berliner Alexanderplatz. Sie wollen ihrer Verbundenheit mit den um Befreiung und Unabhängigkeit kämpfenden Völkern Ausdruck verleihen und den antiimperialistischen Kampf unterstützen. Auch der Verlalg für Bauwesen ist auf dem Alex vertreten. Wir würden uns sehr freuen, wenn auch die Leser der WWT sich mit Bastelarbeiten, Souvenirs, Büchern u. a., aber auch Betriebe mit Erzeugnissen aus der Konsumgüterproduktion an der Soli-Aktion beteiligten.
Bitte senden Sie Ihren Solidaritätsbeitrag an:
VEB Verlag für Bauwesen, Redaktion „Wasserwirtschaft-Wassertechnik", 1086 Berlin, Französische Str. 13/14.

Erfahrungen und Entwicklungstendenzen bei der Bewirtschaftung von Grundwasserfassungen

Dr. sc. techn. Wolfgang NESTLER, KDT
Beitrag aus dem VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Frankfurt (Oder)

Die effektive Beherrschung des Prozesses der Erschließung, Bewirtschaftung und Gewinnung von unterirdischem Wasser besitzt vor allem für die weitere stabile und qualitätsgerechte Trinkwasserversorgung eine Schlüsselstellung. Diese leitet sich nicht nur aus dem begrenzten Wasserdargebot ab, sondern auch aus der Notwendigkeit, die einen großen volkswirtschaftlichen Wert darstellenden Grundfonds der Wasserwerke intensiv zu nutzen. Für die vornehmlich durch das Wohnungsbauprogramm bestimmte Steigerungsrate des Trinkwasserbedarfs von 2,5 bis 3% ist ein notwendiger jährlicher Kapazitätszuwachs von 200000 bis 250000 m^3 zu gewährleisten. Dieses Ziel kann in Anbetracht der der Wasserwirtschaft zur Verfügung stehenden materiellen und finanziellen Fonds nur erreicht werden, wenn der größte Teil der Kapazitätsentwicklung auf der konsequenten und komplexen Intensivierung vorhandener Wasserwerke beruht.

Bei der Ausarbeitung der Programme der komplexen sozialistischen Intensivierung für den Zeitraum 1986 bis 1990 erwies sich die Erweiterung der Teilkapazität Rohwassergewinnung durch die qualitative und quantitative Bewirtschaftung bereits erschlossener Vorräte als Hauptweg.

Von den dazu notwendigen leistungsfähigen Bewirtschaftungsverfahren muß gefordert werden,

- alle für die Trinkwasserversorgung geeigneten Vorräte einzubeziehen,
- die erschlossenen Vorräte bis zur Leistungsgrenze auszuschöpfen,
- die Maßnahmen zur künstlichen Erweiterung der Vorräte optimal einzusetzen,
- die verfügbaren Fonds, wie Arbeitszeit, Elektroenergie u. a., sparsam zu verwenden,
- die Sicherheit der Rohwasserbereitstellung zu garantieren und
- zu sichern, daß sich die Verfahren hinsichtlich ihres allgemeinen Aufbaus und der Nutzerfreundlichkeit für eine umfassende Breitenanwendung eignen.

Bei der Beurteilung der Möglichkeiten zur intensiven Erweiterung der Rohwasserbasis müssen sowohl technische als auch ressourcenbedingte Aspekte berücksichtigt werden. Unterirdisches Wasser stellt mit 82% des Rohwasseraufkommens die Hauptquelle für die Trinkwasserversorgung dar. Es besteht Einigkeit darin, daß das im Interesse der Versorgung der Bevölkerung mit hochwertigem Trinkwasser auch künftig so bleiben soll. Tafel 1 zeigt eine Einschätzung der derzeitigen Verteilung des Rohwasseraufkommens. Sie verdeutlicht die Unterschiede zwischen den Nordbezirken der DDR und den vorwiegend im Festgesteinsbereich liegenden Südbezirken, die es bei der Ausarbeitung einer Bewirtschaftungsstrategie zu beachten gilt. Des weiteren wird die Notwendigkeit unterstrichen, das Dargebot von Quellen und Tiefbrunnen in die intensive Nutzung einzubeziehen, zumal mit großen Reserven an Talsperrenwasser wegen des bereits jetzt erreichten hohen Standes der Anwendung moderner Bewirtschaftsverfahren nicht gerechnet werden kann.

Für die Bewirtschaftung des unterirdischen Wassers ist die Qualität der Betriebsführung von entscheidender Bedeutung. Der derzeitige Stand ist dadurch charakterisiert, daß in den meisten Wasserwerken eine auf Erfahrungen fußende Betriebsführung vorherrscht, die vorwiegend auf einem ungenügenden Informationsniveau über die aktuelle Dargebotssituation und das tatsächliche Leistungsvermögen der Fassungen aufbaut. Diese wird immer weniger den steigenden Anforderungen einer intensiven Grundwassernutzung und ihrer komplexen Verflechtung mit dem Gesamtprozeß gerecht und kann nur noch dort als ausreichend angesehen werden, wo ungenutzte Reserven vorhanden sind. Die effektive Gestaltung des Wassergewinnungsprozesses verlangt bei der Überwachung und Steuerung eine qualitativ höhere Stufe auf der Basis leistungsfähiger Informationssysteme, die von der sorgfältigen Analyse von Systemzuständen bis zur Epignose und Prognose von Systemzuständen reichen. Prozeßführungssysteme, die dieser Forderung umfassend genügen, werden wegen ihres hohen Aufwandes in absehbarer Zeit auf wenige Versorgungsgebiete beschränkt bleiben und primär zur Steuerung der Wasserverteilung eingeführt werden.

Durch den Übergang zur rechnergestützten Betriebsführung mit Hilfe von Kontroll- und Steuerungssystemen kann die Lücke zwischen den nicht ausreichenden konventionellen Systemen und der aufwendigen Prozeßführung geschlossen werden. Die rechnergestützte Betriebsführung stellt für eine große Zahl von Wasserwerken eine günstige und vollkommen ausreichende Lösung dar, da die relativ langsam verlaufenden Prozesse im Grundwasserleiter Steuerschrittweiten von Tagen bis Wochen zulassen. Hinzu kommt, daß die benötigte Klein- und Mikrorechentechnik in den Betrieben in der Regel vorhanden ist, wodurch kurzfristig wesentliche Effekte einer Prozeßführung erreicht werden können.

Charakteristische Merkmale der rechnergestützten Betriebsführung sind

- der Aufbau eines übergeordneten Regelkreises, in dem der Mensch in Verbindung mit Kontroll- und Steuerungsprogrammen über die Steuerung entscheidet und diese einleitet,
- ein leistungsfähiges Informationssystem auf der Basis von Prozeßmodellen und
- eine prozeßnahe vorausschauende Steuerung mit einem dem Echtzeitbetrieb nahekommenden Zeitregime.

Auf dieser Grundlage sind Kontroll- und Steuerungssysteme in der Lage, den bei der intensiven Nutzung notwendigen Schutz des Dargebots vor Erschöpfung und vor Kontamination sowie die Sicherheit der Fassungs- und Förderanlagen zu garantieren.

Die wichtigsten Entwicklungsetappen bei der Einführung von Kontroll- und Steuerungssystemen (KSS) charakterisiert Tafel 2.

Es ist vorgesehen, auf der Basis

- verbindlicher, betrieblicher Einsatzkonzeptionen,
- der Durchsetzung des entwickelten universellen Programmsystems und
- der Schaffung von Voraussetzungen in den Anwenderbetrieben für das weitgehend selbständige Einführen, Betreiben und Laufendhalten der Systeme

einen wesentlichen Fortschritt in der Breitenanwendung moderner Bewirtschaftungsverfahren zu erreichen. Als Einsatzgebiet der KSS hat sich dabei der Bereich der Wasserwerkskapazitäten über 500 m^3/d herauskristallisiert, da dann mit 20% der Anlagen rund 85% der Förderungen erfaßt werden. Bei den in einigen VEB WAB geplanten Produktionsdispatchersystemen sind die KSS als wichtigstes Instrument einer effektiven Rohwassergewinnung in diese Systeme zu integrieren.

In der Vergangenheit wurde bei der Einführung rechnergestützter Betriebsführungssysteme vielfach nur die rechentechnische Lösung gesehen. Im Interesse der Breitenanwendung und des nahtlosen Übergangs zu Prozeßführungssystemen sollte in Anlehnung an dessen Struktur von einer Gliederung der KSS in

- Kontroll- und Steuerungsmodell,
- Kontroll- und Steuerungsprogramm,
- Kontroll- und Steuerungstechnik und
- Kontroll- und Steuerungsorganisation

ausgegangen werden. Unter dem Kontroll- und Steuerungsmodell ist ein komplexes Prozeßmodell zu verstehen. Das Kontroll- und Steuerungsprogramm enthält die programmtechnische Realisierung des Prozeßmodells mit Hilfe von System- und Anwenderprogrammen, die Software. Von den Anwenderprogrammen ist mit Rücksicht auf ein einheitliches Gesamtsystem eine modulare Struktur

Tafel 1 Analyse des Rohwasseraufkommens

Bezeichng.	DDR-Durchschnitt (%)	Lockergest.-bereich (%)	Festgest.-bereich (%)
Oberflächenwasser	18	11	33
Grundwasser	82	89	67
Lockergest.-bereich	61	89	20
Neubildung	43	72	6
Uferfiltrat	14	14	12
Festgest.-bereich	21	≈ 0	47
Tiefbrunnen/Stollen	12	0	25
Quellen	9	≈ 0	22

Tafel 2 Anwendung von KSS in den VEB WAB

Bezeichnung	IBM	Modell/Verfahren
WW Frankf. (O.) II	1972	determ. Speicherbew.-Modell
WW Naunhof	1976	reduz. Grundwass.-Leitermodell
WW Eberswalde-Finow	1977	Lastverteilungssteuerung
WW Erkner	1978	I. komplexes KS-Syst.
Richtpegelprogramm	1978	I. leistungsf. Überw.-System
WW Friedrichsh.	1979	reduz. GWLM m. Optim.
WW Hosterwitz	1980	KSP m. autom. Meßplatz
WW Colbitz	1982	stoch. Speicherbewirtsch. Modell
KSPM (F/E-Erg.)	1983	univ. Kontr. und Steuerungsprogr.
WW VEB WAB allg.	ab 1984	Breitenanw. KSPM

zu fordern, gekennzeichnet durch ein Systemrahmenprogramm, unifizierte Datenschnittstellen, kompatible Bausteine und einen speziellen Datenspeicher.

Hauptbestandteile der Kontroll- und Steuerungstechnik, der Hardware, sind die Klein- und Mikrorechner mit ihren peripheren Geräten. Die Erfahrungen der Praxis zeigen, daß betriebseigene Rechner Fremdrechnern wegen ihres flexibleren Einsatzes und ihrer schnelleren Verfügbarkeit eindeutig überlegen sind. Die durchgängige Ausrüstung der Betriebe mit geeigneter Rechentechnik ist deshalb eine wichtige Voraussetzung der Breitenanwendung. Zur Hardware zählt auch die Meß- und Übertragungstechnik. Die meßtechnische Erfassung des Systemzustandes ist besonders wichtig für die Mengenmessung und Erfassung von Beschaffenheitsdaten. Der Aufbau eines leistungsfähigen Meßwesens bei gleichzeitiger Beschränkung auf den notwendigen Umfang muß kurzfristig erreicht werden.

Die Kontroll- und Steuerungsorganisation umfaßt schließlich alle organisatorischen Maßnahmen. Ohne Aufbau einer geeigneten Organisationsstruktur sind effektive Lösungen nicht zu erreichen. Dazu zählen neben klaren Leitungsentscheidungen und einem straff organisierten Informationsfluß auch das Vorhandensein eines qualifizierten Kaderbestandes. Die Betriebe mit einem fortgeschrittenen Stand bei der rechnergestützten Grundwasserbewirtschaftung verfügen über mindestens zwei Fachkader, die zum großen Teil eine Spezialausbildung im Rahmen des postgradualen Studiums Grundwasser erworben haben.

Im Grad der Steuerung weisen die bisher realisierten Kontroll- und Steuerungssysteme eine große Variationsbreite auf, die von der indirekten Steuerung auf der Basis leistungsfähiger Überwachungsprogramme bis zur direkten, rechnerinternen Steuerung im On-line-Betrieb reichen. Entscheidend ist eine dem Problem adäquate Auswahl der Steuerungsvariante. Bei den Überwachungssystemen hat sich das im VEB WAB Frankfurt (Oder) entwickelte KSS HYD seit Jahren bewährt. Von den einfachen Steuerstrategien sind in der Praxis Soll-Ist-Steuerungen mit Entnahmestrategien und Speichersteuerungen, die auf deterministischen bzw. stochastischen Bilanzmodellen aufbauen, erfolgreich genutzt worden. Bei den Speichersteuerungen konnte dabei der umfangreiche methodische Erfahrungsschatz aus der Oberflächenwasserbewirtschaftung analog genutzt werden, wie die Speicherbewirtschaftungsprogramme der Wasserwerke Frankfurt (Oder) II und Colbitz beweisen. Leistungsfähige Kontroll- und Steuerungsprogramme setzen neben nutzerfreundlichen INPUT/OUTPUT-Blöcken geeignete Bausteine für die Bearbeitung von Führungsgrößen, die Generierung von Versorgungsvarianten, die Simulation und die Analyse von Systemzuständen voraus. Erfolgreiche Vertreter dieser Gruppe sind das KSS Erkner und das KSS Hosterwitz.

Bei der Ausarbeitung von Steueranweisungen erwies sich die rechnerinterne Bearbeitung als effektiv und nutzerfreundlich. Daneben ist eine externe Bearbeitung im Dialog sinnvoll, wenn ein schneller Dialog mit einem Rechner vor Ort garantiert werden kann. Die zukünftige Entwicklung tendiert in Richtung Ausarbeitung optimaler Steuerungsempfehlungen. Diese setzen die Bearbeitung von Varianten auf der Grundlage einer eindeutig definierten Versorgungsstrategie und eines Gütekriteriums voraus. Geeignet sind neben Verfahren zur direkten Optimierung, wie dem Simplex-Verfahren, besonders Suchverfahren, wie das für das KSP Erkner erstmals angewandte Verfahren geordneter Varianten und das *Jacob*-Verfahren.

Literatur

/1/ *Blasberg, G. u. a.*: Methodik für den Aufbau von Kontroll- und Steuerungssystemen für die Grundwasserförderung von Wasserwerken Dresden, IfW, F/E-Bericht A4, 1983

/2/ *Luckner, L.; Nestler, W.*: Zur Methodik des Aufbaus und der Nutzung von Kontroll- und Steuerprogrammen von GW-Fassungen. In: Wasserwirtschaft–Wassertechnik. – Berlin **32** (1982) 7

/3/ *Nestler, W.*: Beitrag zur Kontrolle und Steuerung der GW-Gewinnung mit Kleinrechnern der VEB WAB Frankfurt (O.), Dissertation B an der TUD, 1983



Informationen

Erprobung von Chlordosieranlagen Typ ADVANCE

In den Wasseraufbereitungsanlagen der DDR werden vorzugsweise Chlordosieranlagen des VEB ORBITAPLAST zur Desinfektion eingesetzt. Hierzu gehören Kleindosiergeräte für Natriumhypochloritlauge und die Chlorwasserapparate Typ 42 und Typ 65. Die Parameter stehen auch bei den neueren Geräten hinter dem Welthöchststand zurück. Nach einem Maßnahmeplan des MfUW vom 1. November 1983 wird zielstrebig an der Überwindung dieses Zustandes gearbeitet.

Im Rahmen der Zusammenarbeit zwischen VIZITERV Budapest und VEB PROWA Halle erfuhren wir, daß der ungarische Wasserwirtschaftsbetrieb DMRV Vác moderne Chlorgasdosieranlagen in Lizenz herstellt und u. a. in RGW-Länder liefert. 1983 wurden drei verschiedene Geräte importiert und als Referenzanlagen in den WW Merseburg-Werder, Wittenberg-West und Halle-Beesen erprobt. Die Tests sind sehr zufriedenstellend verlaufen. Entsprechend dem genannten Maßnahmeplan wird eine bestimmte Anzahl weiterer Anlagen dieses Typs in Wasserwerken der DDR zum Einsatz kommen.

Bei den ADVANCE-Anlagen erzeugt ein vom zu chlorenden Wasser betriebener Injektor einen Unterdruck, der über eine Vakuumleitung an den direkt am Chlorspeicher (Flasche oder Faß) angebrachten Regler weitergegeben und dadurch der Chlorzufluß freigegeben wird. Das Chlorgas strömt mit Unterdruck zur Dosierstelle (Injektor) und wird dort dem Wasser zugemischt. Bei evtl. Undichtigkeiten im gesamten Bereich zwischen Regler und Injektor strömt kein Chlor aus, sondern Luft wird durch das Leck angesaugt. Dadurch bricht der Unterdruck zusammen, und der Chloraustritt aus der Flasche wird gestoppt.

Der Betrieb der Anlagen verlief während der gesamten Erprobungszeit störungsfrei. Die vom Hersteller angegebenen Daten hinsichtlich gleichmäßiger Dosiermenge, Dosiergenauigkeit und Zuverlässigkeit wurden bestätigt. Der durchgeführte technisch-ökonomische Vergleich ergab höhere Geräte- und Montagekosten, aber Einsparungen an Bau- und Selbstkosten und eine hohe Sicherheit.

Wingrich

(Der vollständige Bericht kann bei der Redaktion angefordert werden.)

Zur Bewirtschaftung des Grundwasserspeichers Letzlinger Heide

Dipl.-Ing. Klaus TIEMER; Dipl.-Ing. Karl-Heinz KAATZ
Beitrag aus dem Institut für Wasserwirtschaft und dem VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Magdeburg

Über die effektive Nutzung des unterirdischen Speichers im Südteil der Letzlinger Heide, in dem das Einzugsgebiet des Wasserwerkes Colbitz liegt, sind 1980/81 F/E-Arbeiten vom Institut für Wasserwirtschaft zusammen mit dem VEB Hydrogeologie und der Technischen Universität Dresden sowie dem VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Magdeburg durchgeführt worden. Das Hauptziel dieser Arbeiten bestand in der Entwicklung eines Langfristbewirtschaftungsmodells (LBM) für den Prozeß der Grundwasserbewirtschaftung, das eine statistisch fundierte Bewertung prognostischer Ausbauvarianten des Wasserwerkes Colbitz ermöglicht. Über die wesentlichen Ergebnisse dieser Arbeiten wurde in „Wasserwirtschaft–Wassertechnik" **32** (1982) 9 berichtet.

Obwohl in der Letzlinger Heide außerordentlich günstige hydrogeologische Verhältnisse gegeben sind, ist der entscheidende Unterschied zwischen der Bewirtschaftung einer Talsperre und der eines Grundwasserspeichers, der im „offenen" Charakter der Grundwasserspeicherung und auf der Retentionswirkung des Grundwasserleiters liegt, zu beachten. Die Speicherwirkung des unterirdischen Speichers ist somit zeitlich begrenzt. Eine künstliche Grundwasseranreicherung „auf Vorrat" ist also nur über eine bestimmte Zeit wirksam.

Diesem Charakter des unterirdischen Speicherprozesses wurde durch Ableitung eines dynamischen Speichermodells Rechnung getragen. Den dafür geeigneten Modellansatz lieferten systematische Variantenrechnungen mit dem im Rahmen der hydrogeologischen Erkundungsarbeiten entwickelten HOREGO-Modell. Damit wurde der methodische Anschluß zu der aus der Oberflächenwasserbewirtschaftung vertrauten LBM-Technik hergestellt, deren Instrumentarien im weiteren konsequent genutzt wurden.

Die in der genannten Veröffentlichung vorgestellte Modellversion war auf die Zeitreihe 1981 bis 2010 fixiert. Zwischenzeitlich wurden weitere Möglichkeiten der Programmanwendung getestet, die eine differenzierte statistische Bewertung der Speicherbewirtschaftung bei den unterschiedlichsten Steuerstrategien gestatten.

Mit dem Übergang zur Prozessführung im Wasserwerk Colbitz, siehe „Wasserwirtschaft–Wassertechnik" **32** (1982) 10, ergeben sich neue Anforderungen an die Modellierung der Grundwasserbewirtschaftung. Die dabei auftretenden Fragen sind über den konkreten Anwendungsfall hinaus von Interesse, weil sie für die Zusammenführung von zwei oder mehreren Modellebenen mit unterschiedlichen Zeitmaßstäben typisch sind. Solche Fragen treten bei der Modellierung komplexer Entscheidungsprobleme in vielfältiger Form auf.

In dem für die Prozeßführung benötigten Modellsystem steht das vorher betrachtete Langfristbewirtschaftungsmodell auf der obersten Ebene der Modellhierarchie. Die vom LBM ausgegebenen Monatswerte der Infiltration liefern Zielgrößen für die aktuelle Steuerung, die zunächst in Form von wöchentlichen Fahrbefehlen vorgesehen ist.

Ein wesentliches Ziel der Prozeßführung des Teilprozesses „Oberflächenwasser-Überleitung zur Grundwasseranreicherung" besteht darin, die bei der Wasserförderung anfallenden Energiekosten zu minimieren. Diese betragen etwa 11000 M/Mill. m^3. Die konsequente Nutzung tarifgünstiger Förderzeiten und das Vermeiden überhöhter Infiltrationsmengen lassen daher einen erheblichen ökonomischen Nutzen der Steuerung erwarten.

Prognose der Fördermengen bei in Wechselwirkung stehenden Wasserfassungen

Pavel PENTSCHEV
Beitrag aus dem Bergbau-geologischen Forschungsinstitut, VR Bulgarien

In der VR Bulgarien gewinnt die Nutzung der Rechentechnik bei der Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen zunehmend an Bedeutung. Der Beitrag erläutert die in der Praxis häufig zu lösende Aufgabe, die Fördermengen von sich gegenseitig beeinflussenden Brunnen und Brunnengruppen bei vorgegebenen dynamischen Absenkzielen zu ermitteln.
Derartige Probleme ergeben sich u. a.
- beim Entwurf von Fassungsanlagen, besonders wenn der Einsatz von Heber- bzw. Horizontalpumpenanlagen ökonomisch sinnvoll erscheint,
- bei der Ausarbeitung geeigneter Entnahmestrategien im Zusammenhang mit geologisch bedingten Beschränkungen des Absenkungsniveaus,
- bei der Bewirtschaftung von Fassungsanlagen, wenn es optimale Betriebsbedingungen und die aktuell verfügbare Entnahmekapazität zu ermitteln gilt.

Der Aufwand bei der Prognose der unbekannten Fördermengen hängt vor allem von der Anzahl der sich beeinflussenden Brunnen ab. Deshalb wurden in der Vergangenheit bei mehr als 4 bis 5 Brunnen oft Näherungsverfahren eingesetzt.
Durch Anwendung der EDV läßt sich der Aufwand bei gleichzeitiger Verbesserung der Qualität der Ergebnisse wesentlich senken. Nachstehend wird über ein für diese spezielle Aufgabe entwickeltes Rechenprogramm berichtet.
Das grundlegende mathematische Modell basiert auf den analytischen Lösungen von *Theis* und *Hantusch*. Der theoretische Ansatz geht von einem unbegrenzten Grundwasserleiter mit *n* Brunnen aus, die gleichzeitig oder nacheinander mit konstanten Fördermengen in Betrieb gehen und zugleich die vorgegebenen Absenkziele erreichen.
Der Ansatz führt zu einem linearen Gleichungssystem mit folgendem allgemeinem Aufbau

$$\begin{pmatrix} S_1 \\ S_i \\ S_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{1,1} & \dots & A_{1,j} & \dots & A_{1,n} \\ A_{i,1} & \dots & A_{i,j} & \dots & A_{i,n} \\ A_{n,1} & \dots & A_{n,j} & \dots & A_{n,n} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_j \\ Q_n \end{pmatrix},$$

aus dem die gesuchten Fördermengen der Brunnen ermittelt werden können. Für die Koeffizienten $A_{i,j}$ werden nach *Theis* bzw. *Hantusch* eingesetzt:

$$A_{i,j} = W_{Th}\left(r_{i,j}^2 / (4a(t - \bar{t}_j)) / 4\pi T\right)$$

$$A_{i,j} = W_H\left(r_{i,j}^2 / (4a(t - \bar{t}_j)), r_{i,j} / B\right) / (4\pi T).$$

Das Lösungsverfahren wurde für die Fälle einschichtiger Grundwasserleiter mit gespannten oder ungespannten instationären Strömungsverhältnissen und mehrschichtiger Grundwasserleiter mit gespannten Strömungsverhältnissen bei Berücksichtigung einfacher Speisungsbedingungen entwickelt. Bei den Randbedingungen wird durch Nutzung der Prinzipien von Spiegelung und Superposition eine Erweiterung von unendlich auf einfache Randbedingungen analog dem WAPRO 1.42 erreicht. Des weiteren können komplizierte Randbedingungen 1. Art ausreichend genau mit einer fiktiven Brunnenreihe längs dieser Kontur erreicht werden.
Das auf der Grundlage der genannten Ansätze entwickelte Rechenprogramm DEWITM ist für mittelgroße Rechner konzipiert worden. Es besteht aus einem Hauptprogramm und sieben Unterprogrammen. Als Programmiersprache wurde FORTRAN verwendet. Es können maximal 100 Brunnen berücksichtigt werden. Mit umfangreichen Tests wurde besonders der Fall des ungespannten einschichtigen Grundwasserleiters analysiert. In einem Anwendungsbeispiel wird nachgewiesen, daß der maximale Prognosefehler bei 7 % liegt. Das Verfahren wird in der Projektierungspraxis Bulgariens wegen der einfachen Erarbeitung von Varianten zur Optimierung von Wasserfassungsanlagen eingesetzt.

Die Entwicklung von Technologie und Technik zur Wasserverlustanalyse

Ing. Helmut ERNST; Dipl.-Ing. Walter RABE
Beitrag aus dem Forschungszentrum Wassertechnik

Die Anstrengungen, Bevölkerung und Industrie bei steigenden Ansprüchen ausreichend mit Wasser zu versorgen, müssen von Maßnahmen zur Erkennung und Steuerung der dabei auftretenden Leitungsverluste begleitet werden. Zur Reduzierung der Verluste wird ein System technisch-organisatorischer Maßnahmen benötigt. Über präzisierte Bilanzen zwischen Aufkommen und Verbrauch bzw. Verlust mit Hilfe von Messungen und durch anschließende punktgenaue Ortung bisher nicht erkennbarer Leckstellen oder sonstiger Wasserverlustursachen ist die rangtreue Instandsetzung zu gewährleisten. Im Forschungszentrum Wassertechnik ist die Bereitstellung von mobilen Meßeinrichtungen und verbesserten Ortungsgeräten seit 1982 Gegenstand der F/E-Arbeit.

Wasserverlustmeßeinrichtung

Die Wasserverlustanalyse (WVA) mittels Wasserverlustmeßeinrichtung (WVM) geht von der Notwendigkeit aus, in Teilen der Wasserversorgungsnetze exakteren Aufschluß über die Größenverhältnisse der Wasserverluste zu gewinnen. Ein abgetrennter Meßbezirk von 100 bis 3000 m Leitungslänge wird über Hydranten und Schlauchleitung mit eingebundener WVM gespeist. Volumenstrom und Druckverlauf der Einspeisung werden kontinuierlich gemessen und registriert. Aus dem Verlauf der Ganglinien kann auf Verlustmengen geschlossen werden.

Einsatzbedingungen

Wichtigste Voraussetzung für diese Bezirksmessungen sind funktionstüchtige Absperrorgane. Weiter müssen für einen schwerpunktorientierten Einsatz der Analysen Gesamtbilanzen oder mindestens Betriebserfahrungen vorliegen, aus denen sich Hinweise auf ungeklärte Verlustmengen ergeben; anderenfalls führen die Messungen nur sporadisch zu Erfolgen. Von nicht geringer Bedeutung ist auch die Anzeigegenauigkeit der Wasserzähler der Abnehmer. Alle bekannten Schäden an Leitungen, Absperrorganen, Abnahmeeinrichtungen und örtlichen Zählern sind vor Beginn der Messungen zu beheben. Grundsätzlich gilt: Je gründlicher die Messungen vorbereitet werden, desto eindeutiger sind die Ergebnisse für die WVA.

Geräteaufbau

Die WVM ist auf einer Palette bzw. einem Sitzpult installiert, die in Klein-LKW eingesetzt werden. Der Rohrleitungsteil mit Meßeinrichtungen ist auf der Leitungspalette befestigt und besteht im wesentlichen aus folgenden Bauteilen:

Rohrleitungssystem 3″ bzw. 2½″, Kreiselpumpe, Entlüftungsventil, Kugelabsperrhahn, B-Schlauchanschlüsse, Spezial-*Woltmann*zähler, Druckmeßumformer, Kontrollmanometer, Kontrollzähler, Filter.

Der E- und MSR-Teil ist auf einem Sitzpult mit Aufsatz und zugehörigem Stuhl montiert und gliedert sich in

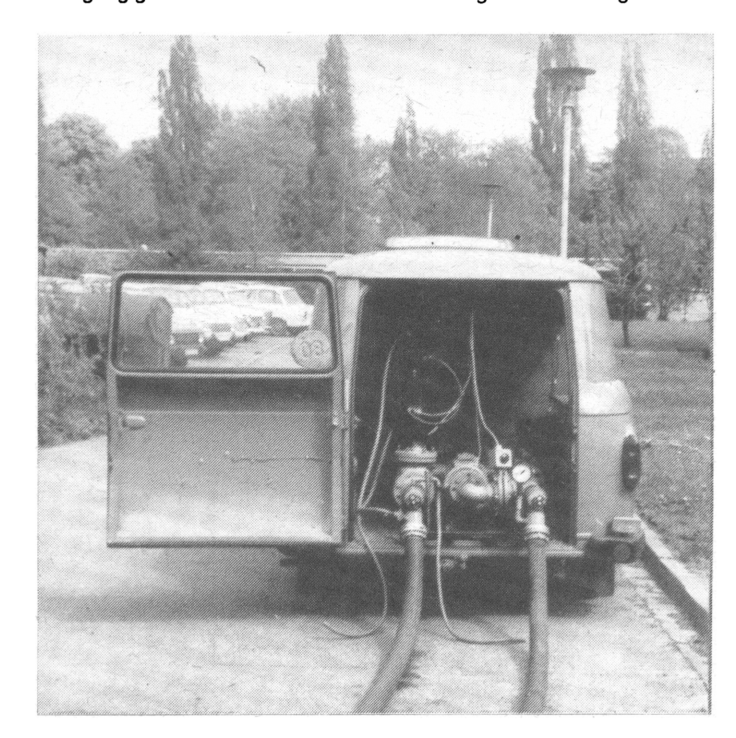
- Elektroversorgung aus Fremdeinspeisung
- F/I-Wandlung
- Meßwerterfassung.

Kernstück der WVM ist der Spezial-*Woltmann*zähler in Verbindung mit dem F/I-Wandler. An die Messung der Durchflußmengen werden folgende Anforderungen gestellt:

Fernübertragung der Meßwerte über den Wandler auf das Registriergerät, Anlaufwert 0,12 m^3/h, begründet mit der Notwendigkeit, Minimal- und Nulldurchflüsse zu erfassen, Obergrenze 60 m^3/h, um auch größere Meßbezirke und Tagmessungen einbeziehen zu können. Da Wasserzähler mit Fernübertragung und mit derart erweitertem Meßbereich nicht zur Verfügung standen, wurde im Forschungszentrum Wassertechnik ein Spezial-*Woltmann*zähler entwickelt. Anstelle des Zählwerks wurden im Naßraum des Spezial-*Woltmann*zählers eine Kontaktscheibe und ein Geber installiert.

Wasserverlustanalyse

Der Einsatz der WVM soll grundsätzlich tagsüber erfolgen und die durchgängige Versorgungssicherheit weitgehend gewährleisten. Nachtmessungen und Absperrungen von Abnehmern werden auf Ausnahmefälle beschränkt. Als Nullverbrauchsmethode hat die WVA uneingeschränkte Gültigkeit, denn aus Nulldurchfluß folgen Nullverbrauch und Nullverlust. Diese Eindeutigkeit ist nur in kleineren Meßbezirken und in den Nachtstunden über längere Zeiträume zu erwarten. Bei Tagesmessungen und mit zunehmender Meßbezirksgröße nehmen Häufigkeit und Dauer solcher Null- oder Minimaldurchflüsse bis auf wenige Sekunden ab – je nach Einwohnerdichte und Verbrauchergewohnheit. Zweckmäßig sind Übersichtsmessungen größerer Meßbezirke in den Nachtstunden, die dann unter günstigen Umständen weitere Detailmessungen erübrigen, falls geringe Durchflüsse registriert werden. Mit dem Verfahren werden Orientierungswerte für die Einschätzung meßbezirkstypischer Basiswerte gegeben. Diese sind abhängig von der Netzlänge und berücksichtigen mit akustischen Ortungsverfahren nicht auffindbare Undichtigkeiten an Rohrverbindungen und Armaturen (180 l/h · km) sowie ein Leck unterhalb der akustischen Ortbarkeitsgrenze (240 l/h · km). Eine zweite Komponente ist abhängig von der Zahl der Einwohner und deren Verbrauchsgewohnheiten sowie von der Tageszeit. Bei Messungen zwischen 7 und 16 Uhr sind das 5 l/E · h, zwischen 23 und 5 Uhr 1 l/E · h.
Auch Großabnehmer sind in den Basiswert einzubeziehen. Liegen die registrierten



Wasserverlustmeßeinrichtung im Einsatz

Durchflußmengen mindestens zeitweise unter dem Basiswert, können größere Leckstellen ausgeschlossen werden. Bei ständig größeren Durchflußmengen muß mit Leckstellen gerechnet werden. Der Gesamtverlust im Meßbezirk liegt dann in der Größenordnung, die sich aus den gemessenen Minimalwerten nach Abzug des Basiswertes ergibt. Die anschließend erforderliche Leckortung kann nur dann problematisch bzw. unmöglich sein, wenn es sich um mehrere Einzellecks mit Verlustmengen von $< 0{,}24\ m^3/h$ – der Untergrenze akustischer Ortbarkeit – handelt. Reicht die Genauigkeit der Auswertung bezüglich der eingeschätzten Verlustmenge aus der Sicht der Betreiber nicht aus, müssen die Messungen zu einem Zeitpunkt geringeren Verbrauchs oder bei Nullverbrauch, d. h. durch Schließen aller Anschlußleitungen, schrittweise wiederholt werden.

Beispiel

Die Versuche mit dem ersten Versuchsaufbau der WVM im VEB WAB Gera sollen an der Analyse im Versorgungsgebiet Hohenleuben dargestellt werden. Länge der überprüften Rohrleitungen: 19,8 km. Die Messungen erfolgten von zwei Standorten aus in insgesamt acht Meßbezirken mit folgenden Ergebnissen:

1. Feststellung eines defekten Großwasserzählers
2. Feststellung von zwei verlustbehafteten Rohrsträngen
3. Nullverbräuche (< 600 l/h – Anlaufgrenze Meßeinrichtung) im überwiegenden Teil des Rohrnetzes.

Bezogen auf die Bruttoförderung 1983 (durchschnittliche Monatsförderung) ergibt die Analyse der Verluste folgendes Bild:
Verluste 1983 im Versorgungsgebiet = 29,1 % (Bruttoproduktion abzüglich gemessener Abnahmen)
Analyse im März 1984 bezogen auf die durchschnittliche Monatsbruttoförderung 1983:

- defekter Großwasserzähler 15,5 %
- ausgewiesene Rohrnetzverluste 6,3 %
- somit Zählerverlust und sonstige Verluste 7,3 %.

Bezogen auf die Einzelstränge wurde folgendes Ergebnis ermittelt:

- Reichenfelder Straße: Meßwert $0{,}5\ m^3/h$ auf 1,543 km (auf einen km bezogener Wert $= 0{,}32\ m^3/h \cdot km$)
- Aumaer Straße: Meßwert $1{,}2\ m^3/h$ auf 0,325 km (auf einen km bezogener Wert $= 3{,}69\ m^3/h \cdot km$). Nach umfangreicher Suche wurde eine defekte PE-Kupplung geortet.

Die weitere Arbeit mit dem ersten Versuchsaufbau im VEB WAB Gera im ersten Halbjahr 1984 lieferte erfolgversprechende Ergebnisse. Die Kleinserie der WVM wird 1985 im VEB WAB Berlin produziert.

Leckortung

Die WVA gestattet die mengenbezogene Einstufung der Leckstellen zur Gewährleistung rangtreuer Instandsetzung und die Vorortung für die anschließende Lokalisierung der Wasserverlustursachen. Die nachfolgende exakte Punktortung von Lecks oder sonstigen Schadstellen ist eine weitere Voraussetzung für die effektive Instandhaltung der erdverlegten Wasserversorgungsnetze.



Bücher

Schwimmbadhygiene

Theus, P.-M.; Gunkel, K.; Scharf, R.

VEB Verl. Volk und Gesundheit Berlin 1983, 213 S., 61 Abb., 23 Tab.

Das gut ausgestattete Buch behandelt in zwölf Kapiteln die gesundheitliche Bedeutung des Badens und Schwimmens, hygienische Anforderungen und Verunreinigungsmöglichkeiten, Maßnahmen zur Einhaltung der hygienisch geforderten Wasserqualität, der Überwachung, Desinfektion, des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, die Eigenschaften und Zusammensetzung des Wassers, die Voraussetzungen für die Schaffung künstlicher Badeseen u. a. m. Die Kapitel zur Limnologie und Bewirtschaftung natürlicher Badegewässer sowie zur Gestaltung von Tagebaurestseen zu Erholungsgewässern sind auch für den Mitarbeiter der Staatlichen Gewässeraufsicht wertvoll. Zur Wasseraufbereitung, Desinfektion, Wartung und Kontrolle wird eine Fülle praktischer Erfahrungen mitgeteilt. Die drei Autoren haben als kompetente Kenner der Problematik wasserwirtschaftliche Belange adäquat berücksichtigt. Das Buch sollte auch in wasserwirtschaftlichen Einrichtungen genutzt werden. *Klapper*

Abwassertechnologie – Entstehung, Ableitung, Behandlung, Analytik der Abwässer

Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg – New York, Tokio 1984

Ziel dieses Buches ist, unter Berücksichtigung des derzeitigen Wissensstandes einen Überblick über die Probleme der Abwasserableitung und -behandlung zu geben und damit ein Nachschlagewerk für Studenten, Praktiker, Projektanten zu schaffen. Der Inhalt des umfangreichen Werkes (1143 Seiten) wurde deshalb in folgende Schwerpunkte gegliedert:

- Abwasserarten und -mengen; Abwasserableitung; Vorschriften für die Beseitigung von Abwässern und Schlämmen
- Abwasserbehandlung; Untersuchung und Beurteilung von Abwässern und Schlämmen.

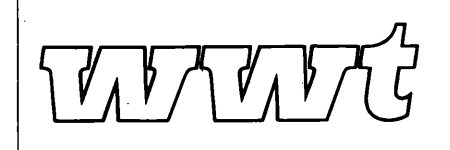
Sehr detailliert wird auf Mengen und Inhaltstoffe von Abwässern aus Gewerbe- und Industriebetrieben sowie entsprechende Abwasserbehandlungsanlagen eingegangen. Das Kapitel „Abwasserableitung" enthält Empfehlungen für eine fachgerechte Planung und Realisierung der Entwässerungssysteme. Speziell für die Arbeit in Ländern mit tropischem Klima werden jedoch Hinweise zur Problematik „Biogene Korrosion" vermißt. Schwerpunkt des Buches stellt das Kapitel „Abwasser- und Schlammbehandlung" dar. Die gegenwärtig bekannten Verfahren zur mechanischen, chemischen, biologischen und weitergehenden Abwasser- sowie Schlammbehandlung werden erläutert. Mit den am Ende des Buches aufgeführten Methoden zur Untersuchung und Beurteilung von Abwässern wird dem Leser eine gute Übersicht vermittelt und die gezielte Auswahl von Verfahren der Abwasseranalytik erleichtert.

Uncertainty and Forecasting of Water Quality

Beck, M. B.; G. v. Straten (Hrsg.)

Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York – Tokio, 1983, 386 S., 143 Abb.

Die in den letzten Jahren in verstärktem Maße zur Wasserbewirtschaftung eingesetzten mathematischen Modelle und die simulierten Bewirtschaftsvarianten haben auf dem Gebiet der Wassergüte wesentliche Verhaltensweisen von Gewässerökosystemen erkennen lassen, jedoch wurden und werden erfolgreiche Varianten durch Verwendung realer, aber meist mit großen Unsicherheiten behafteten Gütedaten in ihrer Gültigkeit eingeschränkt. Dabei ist eine Reduzierung der Vorhersagegenauigkeit der Modelle festzustellen.
Hiervon ausgehend fand 1979 im Internationalen Institut für Angewandte Systemanalyse (IIASA) eine Konferenz statt, deren Beiträge und wesentliche Ergebnisse im vorliegenden Buch präsentiert werden. Umweltsysteme werden systemtheoretisch zwischen elektrischen Netzwerken und Sozialsystemen eingeordnet, wobei die Vorhersagemöglichkeit ökologischer Systeme, insbesondere der Wassergüte, begrenzt ist. Die Absicht der Herausgeber, praktisch anwendbare Methoden zur Identifikation (Kalibrierung) von Wassergütemodellen mit unsicheren, experimentellen Daten sowie Methoden zur Analyse des Vorhersagefehlers zu propagieren, ist zu begrüßen. Die Beiträge sind den Problemen der Identifikation, Beziehungen zwischen Identifikation und Vorhersage sowie Wechselwirkungen zwischen Fallstudien und methodologischen Entwicklungen zugeordnet. Das Niveau der Beiträge ist teilweise sehr hoch und erfordert umfangreiche Modellierungskenntnisse. Bemerkenswert ist, daß neben den gegenwärtig vorhandenen Techniken auch zu erwartende Modellierungsprobleme, die durch den Einsatz von Monitorstationen und die so entstehenden umfangreichen Datensammlungen und deren Nutzung auftreten, angesprochen werden. Die mit zahlreichen Beispielen illustrierten theoretischen Ausführungen bieten eine Fülle von Informationen. Das Buch kann jedem auf dem Gebiet der Wassergütemodellierung und -bewirtschaftung arbeitenden Spezialisten empfohlen werden. *Gnauck*



Informationen

Ausgewählte Diplomarbeiten des Bereiches Wasserbau und Technische Hydromechanik der TU Dresden, Sektion Wasserwesen

Im Herbstsemester 1983/84 wurden von den Studenten des Immatrikulationsjahrganges 1979 die Diplomarbeiten angefertigt. In der folgenden Zusammenstellung soll der Inhalt einiger Arbeiten in Kurzform wiedergegeben werden. Es besteht die Möglichkeit, diese Arbeiten einzusehen und bei Bedarf über einen Nachnutzungsvertrag zu erwerben.

Berger, Jürgen

Wasserkraftnutzung

52 S., 55 Abb., 49 Tab., 53 Lit.

Nach einer Übersicht über die Elektroenergieerzeugung der Welt und den Anteil der Wasserkraft werden die größten Stauanlagen der Welt vorgestellt, wobei besonders auf die Nennleistung vorhandener Wasserkraftanlagen eingegangen wird. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt auf der Elektroenergieerzeugung in Kleinwasserkraftwerken. Es wird dargelegt, warum Kleinwasserkraftwerke wieder an Bedeutung gewinnen, wie die Wirtschaftlichkeit der Anlagen erreicht wird und wie sich einige Länder besonders intensiv mit dieser Art der Energieerzeugung befassen. Auf die Verhältnisse in der DDR wird besonders eingegangen. Ein Überblick über das Angebotsprogramm für Kleinwasserkraftturbinen rundet die Arbeit ab.

Engelmann, Bernd

Untersuchungen zum Kavitationsbeginn und zur Kavitationsintensität an einem Kavitationsversuchsstand sowie Vorausberechnungen der Kavitationserosion bei verschiedenen Armaturenwerkstoffen

87 S., 37 Abb., 9 Tab., 28 Lit.

In der Arbeit werden Ergebnisse von Untersuchungen im Kavitationsprüfgerät des Hubert-Engels-Laboratoriums vorgelegt. Aussagen zur Anströmgeschwindigkeit, zu den Druckverhältnissen und der Kavitationskennzahl in Abhängigkeit vom Ort der Störstelle, vom Störkörper und von der Drehzahl werden gemacht. Durch Temperaturmessungen bei Einhaltung bestimmter Fließparameter konnte nachgewiesen werden, daß beim Auftreten von Kavitation Strömungsenergie in Wärmeenergie umgewandelt wird. Thermodynamische Betrachtungen führten zur Bestimmung der Kavitationsblasenzahl im Versuchsgerät, und daraus konnte die Keimkonzentration des Leitungswassers abgeleitete werden. Aufgenommene Schwingbeschleunigungen lieferten auch für das Versuchsgerät nach dem Prinzip der rotierenden Scheibe eine Abhängigkeit von der Kavitationskennzahl. Damit ist es möglich, aus einfachen Körperschallmessungen auf den Kavitationszustand zu schließen. Der Algorithmus zur Kavitationserosionsberechnung nach *Ritschel* wurde für den Kleinrechner K1002 programmiert, verschiedene Berechnungen und vergleichende Betrachtungen zu Versuchsergebnissen wurden durchgeführt.

Fischer, Andreas

Die Geschiebemessung unter Berücksichtigung von Flüssen tropischer Gebiete

62 S., 33 Abb., 1 Tab., 99 Lit.

In einer Literaturstudie werden der gegenwärtige Entwicklungsstand und einige Tendenzen zur Messung der Geschiebebewegung analysiert. Die Geräte und Methoden zur qualitativen und quantitativen Erfassung des Geschiebetriebes, die Auswertung der Meßergebnisse und einige Betrachtungen zur Feststoffmessung in Flüssen tropischer Gebiete sind die Hauptthemen. Meßgeräte und Methoden, die unter allen Naturbedingungen für alle Geschiebekorngrößen mit dem gleichen Wirkungsgrad verwendet werden können, gibt es nicht. Traditionelle Geschiebemeßmethoden werden mit den Vorteilen moderner Technik verbunden. In tropischen Ländern werden vor allem Schwebstoffmessungen ausgeführt. Der Geschiebeanfall wird gelegentlich durch die Jahresfeststofffrachten erfaßt.

Hagel, Frank

Wasserstrahldichtung für Schiffshebewerk

67 S., 32 Abb., 1 Tab.

Zu Fragen der Dichtung am Schiffshebewerk wurden im Labor Modelle entworfen, gebaut und getestet. Die von *Pikart* vorgeschlagene Vorzugsvariante einer Rollendichtung mit Strahldichtung in einer stumpfen Ecke wurde am Versuchsstand „Wasserstrahldichtung“ am Eckmodell getestet und ausgewertet. Für einen Experimentalbau wurde eine vollständige Wasserstrahldichtung konstruiert, eine hydromechanische Berechnung durchgeführt und der Leistungsbedarf ermittelt.

Hollstein, Thomas

Tiefschütze als Absperr- und Regulierorgane an Talsperren

80 S., 37 Abb., 3 Tab., 6 Anl.

Der erste Teil der Arbeit gibt einen Überblick über Arten der in Talsperren verwendeten Tiefschütze. Im zweiten Teil werden die Ursachen für die Funktionsuntüchtigkeit eines Rollkeilschützes im Grundablaß einer Talsperre untersucht. Zu hohe Reibungskräfte bei der Bewegung des Schützes sind die Hauptursache. Als Vorzugsvariante für eine Rekonstruktion wird eine drucksteife Ausbildung des Schützgestänges in Verbindung mit dem Ersatz der Nadellager in den Rollen durch Gleitlager mit Lagerschalen aus Rotguß vorgeschlagen.

Klein, Dieter

Konstruktive Varianten und technologische Vorschläge zur Rekonstruktion der alten Ostmole Warnemünde

120 S., 4 Abb., 22 Tab., 50 Lit.

Zur Rekonstruktion der alten Ostmole Warnemünde wird wegen der beengten Verhältnisse im Hafenbereich die Spundwandlösung als Vorzugsvariante herausgearbeitet. Für eine Neuumspundung der alten Konstruktion mit Stahl- bzw. Stahlbetonspundbohlen und Holzpfählen werden Aufwand und Probleme verglichen. Die notwendige Einsparung von Stahlspundbohlen erfordert die Weiterentwicklung der Stahlbetonspundbohlen mit entsprechender Tragkraft und Länge. Die Vorzugslösung sieht im südlichen Molenabschnitt Instandhaltungsarbeiten und im nördlichen umfangreiche Rekonstruktionen vor. Im einzelnen sind eine einseitige Neuumspundung mit Stahlbetonspundbohlen, eine neue Verankerungstechnologie, Verklammerung der alten Holzpfahlwand und Vorschüttung von Steinen oder Betonelementen geplant.

Pahl, Hans-Norbert

Entwicklungstendenzen von Asphaltbeton-außenhautdichtungen im Talsperren- und Speicherbau im Zeitraum 1970–1980

106 S., 98 Abb., 1 Tab., 76 Lit., 2 Anl.

Ausgehend von einem umfangreichen Literaturstudium, werden viele Bauwerke mit bituminöser Außenhautdichtung hinsichtlich der Rezeptur der einzelnen Schichten, der Anschlüsse an Herdmauer und Betriebsanlagen und der Abschlußkonstruktionen untersucht. Konstruktive und technologische Entwicklungstendenzen der letzten zehn Jahre werden herausgearbeitet. Unter Berücksichtigung spezifischer Bedingungen der Objekte wurden zur Herstellung des Dichtungsunterbaues, zum Herstellungsprozeß, Transport und Einbau des Mischgutes die gegenwärtig üblichen Verfahren zusammengetragen und durch zahlreiche Abbildungen (Fotos) ergänzt.

Schneider, Olaf

Standsicherheit von Böschungen, Dichtungs- und Deckschichten unter Berücksichtigung des Porenwasserdruckes

68 S., 9 Abb., 32 Lit.

Ziel dieser Arbeit war es, die Ausbildungsunterlagen zu Standsicherheitsberechnungen von Böschungen, Dichtungs- und Deckschichten an Stauanlagen unter besonderer Berücksichtigung des Porenwasserdruckes zu vervollkommnen. Nach Auswertung der Literatur und des Ausbildungsinhalts wurden zwei Umdrucke ausgearbeitet. Im ersten wird auf Berechnungskennwerte (Scherfestigkeit, Porendruck, Strömungsdruck u. a.) und Formelzeichen eingegangen. Der zweite enthält erforderliche Nachweise, Sicherheitsfaktoren, Berechnungsverfahren. In der Arbeit werden weiterführende Betrachtungen zu beiden Umdrucken angestellt, Tendenzen in der Standsicherheitsberechnung aufgezeigt und weitere Berechnungsverfahren zur Standsicherheitsermittlung vorgestellt.

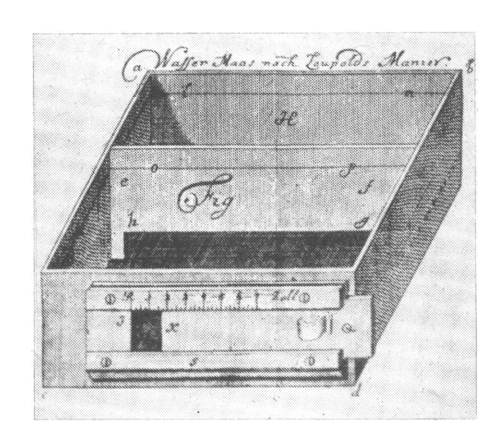
Zur Geschichte der Leipziger Wassermessung

Georg GREBENSTEIN, Leipzig

Erste Hinweise für die Berechnung des Wasserverbrauchs gaben die Römer um das Jahr 100 n. d. Z. Dort wurde er durch eingesetzte kalibrierte Ausfluß-Düsen verschiedener Nennweiten in den Leitungen festgelegt. Ende des Mittelalters, als verschiedene Städte in Deutschland ihre ersten zentralen Wasserversorgungsanlagen erstellten, wurden aus dem gleichen Grund Meßeinrichtungen entwickelt.
So nahm der Leipziger Rat Ende des 15. Jahrhunderts eine Quellwasserleitung in Betrieb, um öffentliche Rohrtröge, an der 1504 auch 17 Abnehmer angeschlossen wurden, zu speisen. Auf Grund der Mengenverteilung kaufte der Rat eine Meßvorrichtung. Als die Versorgung 1556 weiter ausgebaut wurde, erhöhte sich die Abnehmerzahl auf 36. Eine neue Meßvorrichtung wurde benötigt. Beide Male ist die Menge durch eine bekannte Öffnung in der Zeit gemessen worden. Die abgegebenen Mengen waren sehr bescheiden. Dem Apotheker ließ man 1568 „auf seine fleißige Bitte ein Röhrwasser ungefähr eines Strohhalmes dick aus Gutwilligkeit zukommen". Auch wurde die Menge manchmal wie 1624 geschätzt: Der vom Rat aus Düben herbeigeholte Rohrmeister glaubte, „daß 27 bis 30 Personen von einer Quelle Wasser haben könnten in Stärke eines guten Daumens Dicke, wie die zu Düben solches hätten". Die um diese Zeit zur Verfügung stehende Wassermenge betrug etwa 120 ganze Wasser, wobei 1 ganzes Wasser 1,9 l/min entspricht. Das waren rund 340 m³/d, die Tag und Nacht in die aufgestellten Rohrtröge flossen. Das in den ersten Trog einfließende Wasser nannte man „ein lebendiges". Wurden davon noch weitere Tröge gespeist, war das Überfallwasser. Die Abgabe erfolgte in ganze, halbe und viertel Wasser. Der Hausbesitzer hatte einen jährlichen Wasserzins zu zahlen.
Der französische Ingenieur *Bion* hatte 1709 eine neue Art von Wasserzähler, einen Meßkasten, entwickelt. Diesen baute der Leipziger Mechaniker *Leupold* in verbesserter Form 1724 nach (Bild 1). Er war rechteckig, oben offen und hatte eine Seitenlänge von einem Fuß. Innen befanden sich eine am Boden offene Zwischenwand, um das einfließende Wasser zu beruhigen, und eine Füllstandslinie. An der Außenwand war ein Schieber mit Skala angebracht. Beim Messen wurde der Schieber so weit geöffnet, daß die ein- und ausfließende Menge an der Füllstandslinie konstant blieb. Mit einer Tabelle konnte die ausfließende Menge abgelesen werden. Der Rat kaufte zwei solcher Kästen für die Stadt. Sie waren aus Messing, vergoldet und trugen die Beschriftung: *„Joh. Fr. Dähne*, Kunstmeister in Leipzig Anno 1746." Leider sind beide Kästen durch den zweiten Weltkrieg vernichtet worden.
Um die gleiche Zeit ließ der Rat von Bergrat *Borlach*, dem Gründer der Kösener Saline, Schüttmengenmessungen von Quellen durchführen, wobei dieser gelochte Blechscheiben verwendete.

Als 1866 die erste Druckwasserversorgung in Betrieb genommen wurde, erfolgte die Fördermengenmessung der Kolbenpumpen in einem 4000 m³ fassenden Erdhochbehälter. Während der Meßfahrt wurden die vom Behälter abgehenden Versorgungsleitungen geschlossen. Das Wasser floß über dem höchsten Behälterstand ein, damit bei einem Rohrbruch der Speiseleitung kein Leerlaufen des Behälters erfolgen konnte. Um beim Füllen des gemauerten Behälters ein Auswaschen der Sohlenfugen durch die große Fallhöhe des Wassers (4 m) zu verhindern, ist am Boden unter dem Einlaufrohr eine gußeiserne Platte eingebaut worden. Den Abnehmern wurde der Wasserzins nach einem Raumtarif berechnet. Einige Jahre später (1880), als die Bevölkerung stetig zunahm und das Wasser vergeudet wurde, ließ der Rat zum Leidwesen der Hausbesitzer Wasserzähler vom System Leopolder Wien einbauen. Später wurden die Zähler in eigener Werkstatt turnusgemäß überholt. Durch Verbessern sämtlicher Zählerantriebswerke konnten die Netzverluste bis 1911 von 29 auf 10,9% gesenkt werden. Das Einstellen der Zähler auf eine hohe Meßgenauigkeit ergab, daß die Netzverluste von 1930 bis 1938 im Mittel nur noch bei 5,35% lagen.

Mit dem Bau des Wasserwerks Naunhof I 1887 mußte eine Meßvorrichtung geschaffen werden, um die Wirkungsgrade der Dampfmaschinen und die Förderleistungen der Kolbenpumpen zu ermitteln. So wurde am Übergang von der Druck- zur Falleitung bei Fuchshain ein unterirdischer Meß- und Spülbehälter mit 150 m³ Inhalt angelegt (Bild 2). Im Behälter ist eine Trennwand mit fünf quadratischen, verschließbaren Meßöffnungen (1) und einem Schieber (2) eingebaut. Beim Eichen wird dieser Schieber und der Einlaufschieber der Druck- und Speiseleitung (3) geschlossen. Das Wasser fließt dann durch das kurze Steigrohr (4) im freien Fall in den Behälter ein, wodurch die Strömungsgeschwindigkeit des einfließenden Wassers = 0 wird. Die zu ermittelnde Fördermenge Q in m³/s ergibt sich nach der Formel $Q = F \cdot \mu \cdot v$. Hierbei ist F = Querschnittsfläche der freien Durchfluß-



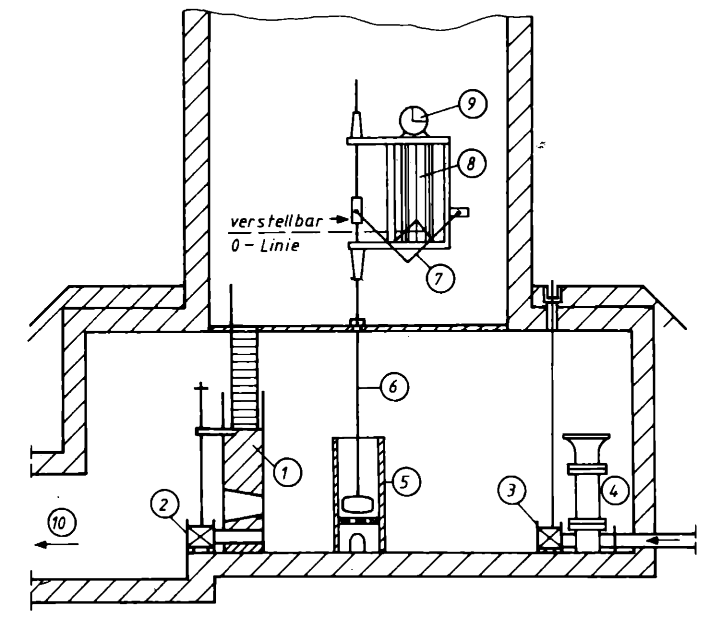


Bild 1 Wassermeßkasten von Leupold

Bild 2 Schnitt durch den Meß- und Spülbehälter Fuchshain (unmaßstäblich)

öffnungen in m². Der Reibungsfaktor μ der Öffnungen ist je nach der sich einstellenden Stauhöhe 0,592 bis 0,606. Die Geschwindigkeit $v = \sqrt{2g \cdot h}$ ergibt sich aus der Stauhöhe, die zwischen 0,3 und 0,8 m variieren kann. Es können mit dieser Anlage Durchflußmengen von 500 bis 1700 m³/h ermittelt werden. Im Behälter befindet sich in einem Dämpfungsrohr (5) ein Schwimmer, dessen Stange über Tage geführt wird (6). Die Hubübertragung erfolgt mit einem Storchschnabel (7) auf eine von einer Uhr angetriebenen Schreibwalze (8, 9). Bei einer konstant gehaltenen Dreh- oder Hubzahl der zu eichenden Pumpe stellt sich eine gleichbleibende Stauhöhe vor den Meßöffnungen ein. *Poncelet* hat diese Meßmethode auf Grund älterer ähnlicher Meßarten weiterentwickelt. Wegen ihrer hohen Genauigkeit nahm *Thiem* vom Einbau eines vollkommenen Überfallwehres Abstand. Er hatte ermittelt, daß hierbei ein Ablesefehler von ±1 mm bei 350 l/s Fördermenge 1,54 l/s beträgt. Bei der *Poncelet*-Messung dagegen sind es nur 0,271 l/s. Diese heute noch vorhandene Meßeinrichtung kann als technisches Denkmal angesehen werden. Für eine Besichtigung ist sie aus hygienischen Gründen nicht zugängig. Als 1895 das Wasserwerk Naunhof II in Betrieb ging, konnten auch hier diese Pumpen geeicht werden. Bei der Elektrifizierung des Werkes I 1963 wurde von der im Sammelbrunnen eingebauten ersten U/300 die *Q/H*-Kurve mit dieser Meßeinrichtung aufgenommen und geprüft.

Bald machte sich eine neue Meßmethode erforderlich. Das Werk I förderte anfangs mit einem Fassungsflügel der Heberleitung Wasser aus dem Staatsforst. Hierfür waren für je 1000 m³ 1,40 Mark zu entrichten. Als dann auf stadteigenem Gelände aus einem zweiten Flügel Wasser gefördert wurde, waren die jeweiligen Entnahmemengen nicht kontrollierbar. Deshalb bauten *Thiem* und der Wasserwerksdirektor von Leipzig, *Rother*, ein Schüler von *Thiem*, den von *Woltmann* (1826) erfundenen und von *Trevianus* verbesserten „Hydrometrischen Flügel" in eine geschlossene Rohrleitung ein. Die ersten beiden Zähler kamen 1892 kurz vor dem Sammelbrunnen in den beiden Heberleitungen zum Einsatz. Sie zeichneten sich durch den ungehinderten gradlinigen Durchfluß des Wassers bei großer Leistungsfähigkeit aus. Der Staat erkannte diese Messung für die Wasserzinsabrechnung an. Die serienmäßige Herstellung von *Woltmann*-Zählern erfolgte ab 1901.

Das Wasserwerk Canitz (1912) erhielt ebenfalls am Übergang von der Druck- zur Fallleitung bei Machern einen Meß- und Spülbehälter, und die zwei Fassungsflügel wurden mit *Woltmann*-Zählern bestückt. Noch bis zur Mitte der 70er Jahre ist das von Naunhof geförderte Wasser in Probstheide durch *Woltmann*-Zähler erfaßt worden. Auch das von der Elbaue seit 1962 in Thallwitz eingespeiste Wasser wird hier mit einem solchen Zähler registriert.
Seit der Elektrifizierung der großen Werke wird die Messung mit Blenden und Ringmeßwaagen durchgeführt.

Literatur

/1/ *Grebenstein, G.*: Die Geschichte der Wasserversorgung der Stadt Leipzig. WTZ Mitteilungen 2 (1967), S. 10

/2/ Stadtarchiv Leipzig: Meß- und Spülbehälter Akte: Cap. 21 Nr. 19 Vol XXII



Standards

Information über bestätigte Standards in der Wasserwirtschaft

Auf der Grundlage der §§ 7 und 8 der VO vom 21. September 1967 über die Standardisierung in der DDR wurden folgende Standards durch den Stellv. Vorsitzenden des Ministerrates und Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft bzw. durch den Präsidenten des Amtes für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung im Jahre 1983 bestätigt:

TGL-Nr. – Ausgabe – Titel

11071 – 1.83
Nutzung und Schutz der Gewässer; Abwasser aus Schlachtbetrieben; Grundsätze für die Abwasserbehandlung und Beseitigung der flüssigen und festen Rückstände (Ersatz für TGL 11071, Ausg. 5.70 – verb. ab 1.9.1983

37065/02 – 3.83
Korrosionsschutz in der Wasserwirtschaft; Wasserwirtschaftliche Ausrüstungen aus Stahl; Wasserbeanspruchte Flächen – verb. ab 1. 11. 83

39675 – 3.83
Wasserversorgung; Schlämme aus Wasseraufbereitungsanlagen; Mitbehandlung von Aluminiumoxidhyxratflockungsschlamm in Abwasserbehandlungsanlagen – verb. ab 1. 11. 83

42138/01 – 3.83
Wasserversorgung; Aktivkohleanlagen zur Trinkwasseraufbereitung; Einsatzbedingungen für Aktivkohle – verb. ab 1. 12. 83

42138/02 – 3.83
–; –; Untersuchungen zur Auswahl von Aktivkohlesorten – verb. ab 1. 12. 83

42138/03 – 3.83
–; –; Untersuchungsmethoden für Aktivkohle verb. ab 1. 12. 83

42138/04 – 3.83
–; –; Grundsätze für Betrieb, Bedienung und Kontrolle offener Kornkohlefilter mit hydraulischem Austragssystem – verb. ab 1. 12. 83

1. Änderungsblatt 24892/02 – 5.83
Abwasserableitung; Grundsätze für Planung, Projektierung, Bau und Betrieb; Baugrund – verb. ab 1. 1. 84

27885/02 – 6.83
Nutzung und Schutz der Gewässer; Stehende Binnengewässer; Nährstoffelimination in Vorsperren (Ersatz für TGL 27885/02, Ausgabe 12.74) – verb. ab 1. 5. 84

34011/01 – 6.83
Wasserversorgung; Rekonstruktion von Rohrleitungen; Zementmörtel-Auspreßverfahren (ZMA-Verfahren) (Ersatz für TGL 34011, Ausgabe 1.77) – verb. ab 1. 3. 84

11079/01 – 7.83
Fettabscheider; Anwendung, Bemessung, Konstruktion, Bedienung und Instandhaltung (Ersatz für TGL 11079/01, Ausgabe 11.69) – verb. ab 1. 3. 84

1. Änderungsblatt D 22213/01 – 8.83
Landeskultur und Umweltschutz; Schutz der Gewässer; Grundlegende Forderungen zum Schutz vor Mineralölen – verb. ab 1. 4. 84

22774 – 9.83
Begriffe der Wasserwirtschaft; Instandhaltung von fließenden Binnengewässern (Ersatz für TGL 22774, Ausg. 12.68) – verb. ab 1. 8. 84

27885/03 – 9.83
Nutzung und Schutz der Gewässer; Stehende Binnengewässer; Wassergütebewirtschaftung Seen – verb. ab 1. 1. 85
39366 – 9.83
Wasserversorgung; Nitrateliminierung durch Ionenaustausch – verb. ab 1. 8. 84

11072/01 – 11.83
Nutzung und Schutz der Gewässer; Rationelle Wasserverwendung in Betrieben d. chem. und elektrochem. Oberflächenbehandlung von Metallen und Plasten; Grundsätze (gemeinsam mit TGL 11072/02 Ersatz für TGL 8527, Ausg. 11.66, und TGL 11072, Ausg. 4.71) für Neuanlagen und Rekonstruktion bestehender Anlagen – verb. ab 1. 8. 84; für bestehende Anlagen verb. ab 1. 7. 85

11072/02 – 11.83
–; –; Wasserkreislaufführung und Abwasserendbehandlung (gemeinsam mit TGL 11072/01 Ersatz für TGL 8527, Ausg. 11.66, und TGL 11072, Ausg. 4.71) – verb. ab 1. 8. 84

28400 – 11.83
Wasseruntersuchungen; Grundsätze zur Untersuchungsmethodik (Ersatz für D TGL 28400/01, Ausg. 12.73 – verb. ab 1. 8. 84

1. Änderungsblatt 37065/02 – 11.83
Korrosionsschutz in der Wasserwirtschaft; Wasserwirtschaftl. Ausrüstungen aus Stahl; Wasserbeanspruchte Flächen – verb. ab 1. 1. 84

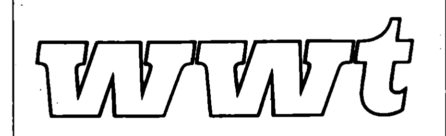
55033/01 – 12.83
Begriffe der Wasserwirtschaft; Gewässerausbau; Wasserläufe (gemeinsam mit TGL 55035 Ersatz für TGL 92–007, Ausg. 2.66 und TGL 92–009, Ausg. 6.66 – verb. ab 1. 1. 85

55035 –; Hydrologie; Oberflächenwasser, quantitativ (gemeinsam mit TGL 55033/01 Ersatz für TGL 92-007, Ausg. 2.66 und TGL 92-009, Ausg. 6.66) – verb. ab 1. 1. 85.

Anmerkung: Bei DDR-Standards steht vor der Standard-Nr. ein „D". Fachbereichsstandards sind ohne Kennzeichnung.

Mit der Bekanntgabe der Standards im Gesetzblatt Sonderdruck ST ist deren Bestellung mit Bestell-Liste „EB" für neu bekanntgegebene Standards beim Verlag für Standardisierung, Bereich Standardversand, 7010 Leipzig, Postfach 1068, möglich. Nach Bestellschluß können Standards nur mit Bestell-Liste „NB" für den Nachbezug staatlicher Standards beim Verlag für Standardisierung bestellt werden.

Grulich



Informationen

Erfahrungen mit der Anwendung der potenziometrischen Methode zur Bestimmung des Fluor- und Nitratgehalts bei der Kontrolle der Wasserqualität (UdSSR)

In den Wasserleitungen der Produktionsvereinigung „Ukrpromvodčermet“ wurde infolge des geringen Gehalts an natürlichem Fluor im Wasser 1975 damit begonnen, das Trinkwasser mit Fluor anzureichern. Im Zusammenhang damit ergab sich die dringliche Frage nach einer systematischen Kontrolle des Gehalts an Fluor-Ionen sowohl in den Wasserquellen als auch im gereinigten Wasser.

Auf Empfehlung des Hydrochemischen Instituts in Nowotscherkassy im Hinblick auf die Anwendung von fluorselektiven Elektroden hat „Ukrpromvodčermet“ die ionenselektive Elektrode EG-VI beherrschen gelernt und in die Kontrollpraxis übergeführt. Als Hilfselektrode wurde die Elektrode EVL-IM, die mit einer gesättigten KCl-Lösung gefüllt war, angewandt. Die Messung erfolgte mit einem *p*H-Meßgerät vom Typ 121 oder 340. Zur Aufrechterhaltung der Ionenkraft und zur Zerstörung der komplexen Fluorverbindungen mit Aluminium und Kalzium wurde das Probenwasser mit einer Pufferlösung im Verhältnis 1:1 verdünnt. Zur besseren Operativität wurde eine Tablette der Abhängigkeit der negativen Logarithmen der Konzentration der Fluorionen und der in mg/l ausgedrückten Fluorkonzentrationen zusammengestellt. Die Lösungen der Fluorreagenzien wurden vor dem Meßvorgang gewöhnlich um das Zehnfache und mehr mit fluorfreiem Wasser verdünnt.

Um die Kontrolle des technologischen Prozesses der Fluoranreicherung in den Filterstationen zu vereinfachen, wurde die Abhängigkeit des Potentials von der Fluorkonzentration bei einer Serie von Standardlösungen im Meßbereich von 0,2 bis 1,0 mg/l (bei Notwendigkeit auch in einem engeren Meßbereich mit einem Intervall zwischen 0,1 und 0,2 mg/l) gemessen.
Nachdem das Potential der Wasserprobe gemessen worden war, wurde anhand der Tabelle die entsprechende Fluorkonzentration im Wasser (in mg/l) festgestellt.
Ein solches Meßverfahren lieferte genauere Ergebnisse als bei der Verwendung einer graduierten Kennkurve im Meßbereich zwischen 10^{-4} bis 10^{-5} m. Die Kontrolle des Fluorgehalts im Wasser erfolgt regelmäßig im Abstand von jeweils 2 h.

Die Ergebnisse der potenziometrischen Bestimmung des Fluorgehalts wurden mit den Ergebnissen der kolorimetrischen Methode verglichen. Die Differenzen erreichten maximal 0,05 mg/l. Die Bestimmungszeit konnte von 70 min auf 30 min verkürzt werden.

Im Unterschied zur kolorimetrischen Methode bedeuten Färbung, Trübung und Temperatur bei der Bestimmung nach der potenziometrischen Methode kein Hindernis. Gegenwärtig ist die potenziometrische Methode der Fluorbestimmung, die eine operative und zuverlässige Kontrolle der Wasserqualität sichert, in der o. g. Produktionsvereinigung für alle Wasserleitungssysteme eingeführt worden.

Für die potenziometrische Bestimmung des Nitratgehalts im natürlichen Wasser wurden die selektiven Membran-Elektroden EM-NO_3-01 erworben, die von der Wissenschafts-Produktions-Vereinigung „Analitpribor“ in Tbilissi hergestellt werden. Bei den Messungen wurde die Elektrode EVL-IMZ als Hilfselektrode eingesetzt. Die Potentiale wurden auf dem Universal-Ionenmeßgerät EV-74 gemessen. Die untersuchten Wässer aus dem Donbass erwiesen sich in ihrer Ionenzusammensetzung, ihrem *p*H-Wert und ihrem Verschmutzungsgrad als sehr unterschiedlich. Der Gehalt an Nitrat-Ionen schwankt zwischen 0,1 und 12 mg/l (nach dem Stickstoffgehalt).

Ausgehend von dem Nitratgehalt des Wassers, wurden graduierende Kennkurven im Meßbereich zwischen 10^{-2} und 10^{-5} m konstruiert. Bei der Konstruktion der kalibrierenden Kennkurven wurden die Standardlösungen mit KNO_3 hergestellt, und zwar durch eine fortlaufende zehnfache Verdünnung mit einer speziellen Lösung, deren Zusammensetzung der des zu untersuchenden Wassers sehr nahekommt. In Vorbereitung auf die Untersuchungen wurden diese Lösungen auf das Fehlen von Nitraten untersucht.
Dank den vorliegenden Angaben über den Selektierungsgrad der Elektroden EM-NO_3-01 gegenüber verschiedenen Ionen wurde bei der Zubereitung der verdünnenden Lösungen dem Gehalt an Chloriden in dem zu untersuchenden Wasser besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Der unerwünschte Einfluß der Chloride wurde durch den Einsatz von Pufferlösungen ausgeschaltet.

Für die Aufrechterhaltung einer konstanten Ionen-Kraft und eines gleichbleibenden *p*H-Wertes in den Standard- und in den zu untersuchenden Proben wurde eine Puffer-Phosphatlösung (*p*H = 2,3) eingemischt, die aus doppelt substituiertem Natriumphosphat und Phosphatsäure bestand. Die Relation zwischen dem Umfang der zu untersuchenden Proben und der Pufferlösung belief sich dabei auf 3:1.

Bei der Messung der Potentiale der Standardlösungen und der Wasserproben wurden folgende Bedingungen streng eingehalten:
- die Temperatur;
- die Intensität der Vermischung;
- die Eintauchtiefe der Elektroden in die Wasserlösung.

Die Ergebnisse der potenziometrischen Bestimmung der Nitrate im Wasser wurden mit den Ergebnissen aus der kolorimetrischen Bestimmung mit Natriumplumbat verglichen.
In Tafel 1 sind die vergleichenden Daten der kolorimetrischen und potenziometrischen Methoden zur Bestimmung des Nitratgehalts in Wässern mit unterschiedlicher Zusammensetzung angeführt.
Die potenziometrische Methode zeichnet sich durch Wirtschaftlichkeit aus und ermöglicht eine operative Kontrolle der Wasserqualität. Die Zeit für eine Nitratbestimmung verringert sich von 60 auf 50 min.

H. Kr.

Tafel 1 Ergebnisse des Vergleichs zwischen der kolorimetrischen und potenziometrischen Methode zur Bestimmung der Nitrate im Wasser

Gehalt an Nitraten (in ml/g) bei einer Salzkonzentration (in mg/l) von					
350		700		1 050	
kolori-metr. Meth.	potenz. metr. Meth.	kolori-metr. Meth.	potenz. metr. Meth.	kolori-metr. Meth.	potenz. metr. Meth.
4,6	4,64	1,10	0,92	0,45	0,37
1,0	1,06	2,20	2,32	0,35	0,31
0,6	0,64	1,10	1,10	6,00	6,12
0,9	0,97	0,30	0,39	0,60	0,51
0,5	0,56	0,80	0,70	0,60	0,56

Schwerpunkte der Wasserpolitik in Österreich

Besondere Schwerpunkte der Wasserpolitik sind der Gewässerschutz (Reinhaltung der Gewässer) und die Sicherung der Wasserversorgung.

Zum Gewässerschutz (Seen und Fließgewässer):

Addiert man zur Schmutzfracht von derzeitig 7,5 Mill. Einwohnern Österreichs die organische Schmutzfracht aus Gewerbe und Industrie, so ergibt sich eine Schmutzfracht von 29 Mill. EGW. Dabei stammen 9 Mill. (= 31 %) allein aus der Zellstoff- und Papierindustrie, 5 Mill. (= 17 %) aus der Nahrungs- und Genußmittelindustrie.
Maßnahmen der Regierung:
– Durch bedeutende Investitionen für die Seenreinhaltung konnte die Wasserqualität der Seen erheblich verbessert werden.
– Zur Sanierung der Fließgewässer wurden biologische Abwasserreinigungsanlagen mit einer Kapazität von etwa 10 Mill. EGW errichtet. Dadurch werden bereits mehr als 50 % der Abwässer der Bevölkerung gereinigt, und die stellenweise bedrohliche Verschmutzung der Flüsse und Bäche wurde spürbar verringert.
– Für die Sanierung der noch bestehenden Verunreinigungsschwerpunkte (Zellstoff- und Papierindustrie, Zuckerindustrie u. a.) ist es das Ziel eines zehnjährigen Investitionsprogramms, für die noch stark belasteten Fließgewässer allgemein die Güteklasse II (mäßig verunreinigt) zu erreichen.

Zur Wasserversorgung:

Die derzeitige Wasserversorgung der Bevölkerung mit etwa 725 Mill. m^3/a erfolgt fast vollständig aus den unterirdischen Wasservorkommen (Grund- und Karstwasser). Je nach Region werden 70 bis 90 % der Bevölkerung aus zentralen Anlagen mit Trinkwasser versorgt. Bis zum Jahre 2000 wird sich dieser Verbrauch auf voraussichtlich 900 Mill. m^3 erhöhen.

H. Kr.

Zum 60. Geburtstag

Dr. Hans Reichelt

Stellvertreter des Vorsitzenden des Ministerrates der DDR und Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft



Glückwünsche des ZK der SED

Werter Kollege Dr. Hans Reichelt!
Zu Ihrem 60. Geburtstag übermittle ich Ihnen im Namen des ZK der SED die herzlichsten Grüße und Glückwünsche. Wir verbinden damit den Dank für Ihr jahrzehntelanges unermüdliches Wirken zum Nutzen unserer auf das Wohl des Volkes und die Erhaltung des Friedens gerichteten Politik.
Seit dreieinhalb Jahrzehnten gehören Sie dem Führungskollektiv der Demokratischen Bauernpartei an. Als dessen stellvertretender Vorsitzender, als langjähriges Mitglied der Volkskammer der DDR und in weiteren verantwortlichen Funktionen setzten Sie sich unermüdlich für die allseitige Stärkung der DDR ein. Die Festigung der Freundschaft mit den Völkern der Sowjetunion und den sozialistischen Bruderländern ist Ihnen stets Herzenssache.
Sie erwarben sich große Verdienste um die Stärkung unserer sozialistischen Staatsmacht, die Festigung des Bündnisses zwischen der Arbeiterklasse und der Klasse der Genossenschaftsbauern sowie die sozialistische Umgestaltung der Landwirtschaft.
Als Stellvertreter des Vorsitzenden des Ministerrates und Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft wirken Sie in der Regierung der DDR durch eine umfangreiche und erfolgreiche Tätigkeit im nationalen und im internationalen Maßstab zum Wohle unseres Landes. Unter Ihrer Leitung hat sich die Wasserwirtschaft in der DDR zu einem leistungsfähigen und anerkannten Bereich entwickelt, der die Versorgungsaufgaben für die Bevölkerung, die Industrie und die Landwirtschaft zuverlässig erfüllt. Große Anerkennung findet Ihr Engagement für die Verwirklichung der Umweltpolitik der SED als untrennbaren Bestandteil der weiteren Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft. Das ZK der SED wünscht Ihnen, lieber Kollege Hans Reichelt, für Ihre weitere verantwortungsvolle Arbeit viel Erfolg, gute Gesundheit und persönliches Wohlergehen.

Mit sozialistischem Gruß
Zentralkomitee der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands

E. Honecker
Generalsekretär



Gratulation aus der UdSSR

Sehr geehrter Kollege Hans Reichelt,

im Namen des Ministeriums für Melioration und Wasserwirtschaft der UdSSR und in meinem Namen gratuliere ich Ihnen herzlich zu Ihrem 60. Geburtstag.
In der Sowjetunion schätzt man Ihre reichen Erfahrungen und den großen persönlichen Beitrag zur Sache des Umweltschutzes, vor allem Ihre Bemühungen um die Entwicklung, allseitige Erweiterung und Vertiefung der fruchtbaren Zusammenarbeit zwischen der DDR und der UdSSR. Ich bin der festen Überzeugung, daß die gemeinsamen Anstrengungen unserer Ministerien, der Wasserwirtschaftler der UdSSR und der DDR auch weiter dem sozialen und wirtschaftlichen Fortschritt beider Länder dienen werden.

N. F. Wassiljew
Minister für Melioration und Wasserwirtschaft der UdSSR

Gratulation der Kammer der Technik

Sehr geehrter Kollege Dr. Reichelt!

Der Vorstand des Fachverbandes Wasser der KDT übermittelt Ihnen zum 60. Geburtstag die besten Grüße und herzlichsten Glückwünsche. Wir möchten uns ganz besonders bei Ihnen für die große Aufmerksamkeit, die Sie unserer gesellschaftlichen Arbeit stets entgegenbringen, bedanken. Mit Ihrer Unterstützung gelingt es uns immer besser, die Vorzüge der Gemeinschafts- und Bildungsarbeit unserer sozialistischen Ingenieurorganisation für die Entwicklung der Wasserwirtschaft auszuschöpfen. Für Ihre hohe verantwortliche Tätigkeit in unserem sozialistischen Staat wünschen wir Ihnen weitere Erfolge, beste Gesundheit und Schaffenskraft sowie persönliches Wohlergehen.

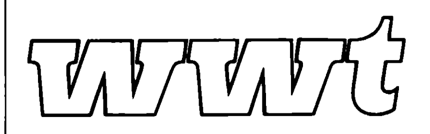
Obering. Dipl. Gewi. *Rudolf Miehlke*
Vorsitzender des Fachverbandes Wasser der KDT

Sehr geehrter Kollege Dr. Reichelt!

Zu Ihrem 60. Geburtstag gratulieren Redaktion und Beirat auf das herzlichste. Wir möchten die Gelegenheit wahrnehmen und uns für die bisherige große Unterstützung bei der Weiterentwicklung unserer Zeitschrift „Wasserwirtschaft-Wassertechnik“ zu einem Publikationsorgan der Wasserwirtschaft der DDR bedanken, mit dessen Hilfe die Beschlüsse von Partei und Regierung auf dem Gebiet der sozialistischen Wasserwirtschaft erläutert werden und damit ein wirksamer Beitrag zur Durchsetzung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in der Wasserwirtschaft geleistet wird.
Redaktion und Beirat bedanken sich insbesondere für den hohen persönlichen Beitrag in Form vieler wertvoller konkreter Hinweise zur inhaltlichen Gestaltung der WWT.

Wir wünschen Ihnen noch viele Jahre Gesundheit und Schaffenskraft in Ihrer verantwortungsvollen Funktion.
Wir verbinden damit die Hoffnung, daß Redaktion und Beirat auch weiterhin jegliche Unterstützung des Ministers für Umweltschutz und Wasserwirtschaft erfahren werden, um den der Zeitschrift als Organ des Ministeriums und der KDT gestellten Aufgaben bei der Durchsetzung der sozialistischen Intensivierung in der Wasserwirtschaft und insbesondere bei der Vorbereitung des XI. Parteitages der SED immer besser gerecht werden zu können.

Redaktion und Beirat
der Zeitschrift
„Wasserwirtschaft-Wassertechnik“



Informationen

Erfolgreiche Messebilanz

Der repräsentative Messestand des VEB KWP war auf der Frühjahrsmesse 1985 Anziehungspunkt für zahlreiche Fachleute des In- und Auslandes, vor allem die weltstandsbestimmenden Verfahren des Kombinats, wie z. B. die enzymatische Schlammstabilisierung oder das ZMA-Verfahren. Aber auch die gezeigten Neu- und Weiterentwicklungen, wie die Container zur Nitrateliminierung, die im VEB Prowa konstruiert wurden, der Schaltschrank und das Ultraschall-Mengenmeßgerät aus dem VEB BMSR Aegir Dresden, der Universalmeßflügel aus dem VEB Wasserturbinen- und Gerätebau Raschau oder das Grundwasserproben-Entnahmegerät aus dem VEB Wassertechnik Berlin fanden bei Experten aus verschiedenen Ländern ungeteiltes Interesse. Komplettiert wurde die KWP-Exposition durch das Modell eines leistungsstarken Wasserwerkes, eine Kollektion Bernburger Rohrreinigungsgeräte und das Modell einer Merseburger Kleinbelebungsanlage. Konkrete Vertragsverhandlungen wurden u. a. mit Firmen aus der BRD und aus Schweden geführt. Darüber hinaus wurde eine Vielzahl von Geschäftskontakten mit ausländischen Partnern angebahnt.

Erstmalig waren Wissenschaftler des VEB KWP auch aktive Mitgestalter des Internationalen Messekongresses. In der Sektion 5 dieser traditionellen Veranstaltung erläuterten sie ausländischen Interessenten den Entwicklungsstand von Wissenschaft und Technik im Kombinat auf ausgewählten Gebieten der Wasserversorgung und der Abwasserbehandlung. Dr. *Ernst Böhler* vom Forschungszentrum Wassertechnik Dresden referierte zu den Themen „Tendenzen der Weiterentwicklung der Mehrschichtfiltration" und „Untersuchungen zu den Technologien zur Aufbereitung von Wasser im Untergrund". Dr. *Günter Lamm,* ebenfalls vom Forschungszentrum, machte Ausführungen zum Thema „Die komplexe Sanierung von Wasserversorgungssystemen in städtischen Ballungsgebieten".

F. Z.

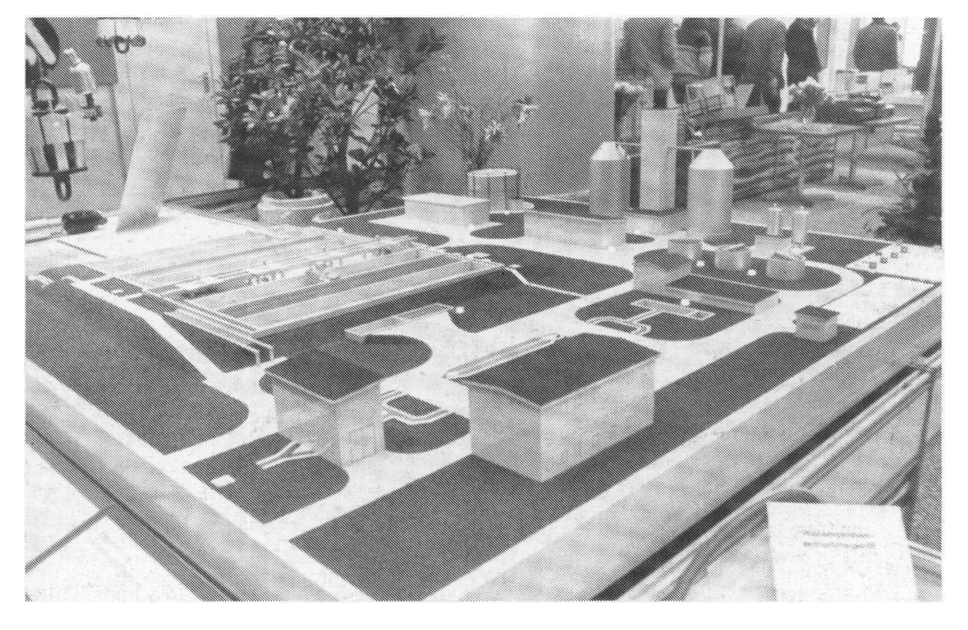
Bild 1 Modell einer modernen Abwasserbehandlungsanlage
Bild 2 Rohrgitterkaskade (rechts)
Fotos: *Frank Zimnol*

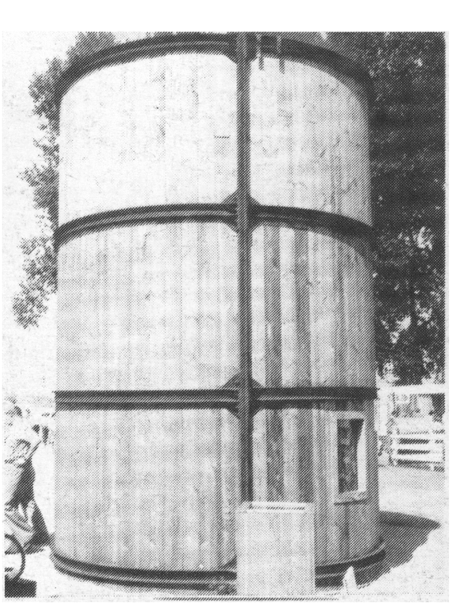


Neue Technik für die Abwasserreinigung aus der ČSSR

Eine moderne technologische Einheit für die Abwasserreinigung stellt ein neuer Tropfkörper aus der ČSSR dar (siehe Bild unten rechts). Die einzelnen Teile des Walzmantels aus Nadelschnittholz sind mit Ringen aus rostfreiem Stahl verbunden. Die Tropfkörper vom Typ BF-HB verfügen über Gefäße von 3000 bis 18 200 mm Durchmesser. Die Gefäßhöhe beträgt 4700 mm, die Füllschichthöhe 3700 mm. Als Füllung wird das Niederdruckpolyethylen verwendet, das über ein niedriges Gewicht und eine hohe Lebensdauer verfügt. Aus dem Polyethylen sind walzförmige Elemente von 65 mm Durchmesser und 50 mm Länge gefertigt. Ihr Raumgewicht liegt bei 60 kg/m^3. Die Füllung verfügt über eine ziemlich hohe Beständigkeit gegen Verstopfen und über eine große spezifische Oberfläche. Zu den Vorteilen gehören auch die biologische Inertion, chemische Beständigkeit und Stoßfestigkeit. Das macht den Einsatz dieses Stoffes auch während der Wintermonate möglich. Der Füllstoff aus dem Betrieb Plastimat Tachov gestattet es, die hydraulische Belastung bis auf 3 m^3/m^2 zu erhöhen, die Massebelastung bis auf 5 kg BSB_5 m^3/d. Die Plastfüllung liegt einem Holzrost auf. Beim freien Durchfluß wird das Wasser auf die Oberfläche des Füllstoffes verteilt. Dabei bildet sich auf den einzelnen Füllungselementen eine biologische Membran, die die eigene Reinigungsfunktion erfüllt. Das Plastfilter erfordert keine ständige Bedienung, es hat einen ausgesprochen niedrigen Stromverbrauch. Für den Investitionsträger ist auch der einfache und billige Aufbau von Interesse. Die Filtriereinheit wurde als Ergebnis der gemeinsamen Forschungen zwischen dem Ministerium für Forst- und Wasserwirtschaft, den Betrieben ZVAK und Hydroprojekt in die Produktion übergeleitet.

Jindřich Frais





ISSN 0043-0986	Wasserwirtschaft – Wassertechnik	Berlin	35 (1985) 4	S. 73–96